



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE
CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“MANUAL DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO DE
LA MÁQUINA DE ELECTROEROSIÓN, LA PRENSA
EXCÉNTRICA Y LA MÁQUINA FRESADORA ROUTER
CNC 5 EJES HY-3040 CHINA MINI DEL TALLER DE
CAD-CAM DE LA FACULTAD DE MECÁNICA.”**

ALDO ISRAEL CALUÑA CALUÑA

TRABAJO DE TITULACIÓN

TIPO: PROYECTO TÉCNICO

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

RIOBAMBA – ECUADOR

2018

ESPOCH

Facultad de Mecánica

APROBACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

2017-05-24

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

ALDO ISRAEL CALUÑA CALUÑA

Titulado:

**“MANUAL DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA DE
ELECTROEROSIÓN, LA PRENSA EXCÉNTRICA Y LA MÁQUINA
FRESADORA ROUTER CNC 5 EJES HY-3040 CHINA MINI DEL TALLER DE
CAD-CAM DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Carlos José Santillán Mariño
DECANO FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza
DIRECTOR

Ing. Carlos Oswaldo Álvarez Pacheco
ASESOR

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: ALDO ISRAEL CALUÑA CALUÑA

TÍTULO DE LA TESIS: “MANUAL DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO DE LA MÁQUINA DE ELECTROEROSIÓN, LA PRENSA EXCÉNTRICA Y LA MÁQUINA FRESADORA ROUTER CNC 5 EJES HY-3040 CHINA MINI DEL TALLER DE CAD-CAM DE LA FACULTAD DE MECÁNICA.”

Fecha de Examinación: 2018-03-07

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Marco Homero Almendáriz Puente. PRESIDENTE TRIB. DEFENSA			
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza DIRECTOR			
Ing. Carlos Oswaldo Álvarez Pacheco ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Marco Homero Almendáriz Puente.
PRESIDENTE TRIB. DEFENSA

DERECHOS DE AUTORÍA

El Trabajo de Titulación que presento, es original y basado en el proceso de estudio técnico en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos–científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad del autor. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

ALDO ISRAEL CALUÑA CALUÑA

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Aldo Israel Caluña Caluña, declaro que el presente Trabajo de Titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Titulación.

Aldo Israel Caluña Caluña

Cédula de Identidad: 180520759-2

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a toda mi familia ya que junto a ellos he vivido los mejores momentos de mi vida, y que con su cariño y comprensión me han guiado de la mejor manera en todo el camino de mi vida estudiantil.

A mis compañeros y amigos con los cuales disfrute de los mejores momentos en las aulas y fuera de ella, logrando juntos una meta en la vida, la cual es ser buenos profesionales.

Aldo Israel Caluña Caluña

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo en primer lugar agradezco a Dios por darme fuerza y actitud para lograr este sueño tan anhelado, a mis padres por brindarme toda la comprensión y confianza para terminar mis estudios con éxito.

A mis hermanos Paulo, Fátima y Oscar, que siempre fueron un apoyo fundamental para nunca darme por vencido y seguir siempre adelante, a mi prima Bélgica por su generosidad, amistad incondicional y confianza para culminar con éxito mi trabajo de titulación.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, de manera especial a la Escuela de Ingeniería Industrial por abrirme las puertas de su institución y llegar a ser un profesional, y aportar de manera significativa a la colectividad.

Al Ing. Ángel Guamán Mendoza e Ing. Carlos Álvarez Pacheco, por brindarme su amistad y asesoramiento en el trabajo de titulación, que con su experiencia y conocimiento se logró elaborar el presente documento.

Aldo Israel Caluña Caluña

CONTENIDO

Pág.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes	2
1.2	Planteamiento del problema	2
1.3	Justificación.....	3
1.3.1	<i>Justificación teórica</i>	3
1.3.2	<i>Justificación metodológica</i>	3
1.3.3	<i>Justificación práctica</i>	4
1.4	Objetivos	4
1.4.1	<i>Objetivo general</i>	4
1.4.2	<i>Objetivos específicos:</i>	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	Manual de operaciones.....	5
2.2	Objetivos de un manual.....	5
2.3	Elementos que integran un manual	5
2.4	Mantenimiento	6
2.5	Manual de mantenimiento.....	6
2.6	Tipos de mantenimiento	6
2.6.1	<i>Mantenimiento correctivo</i>	7
2.6.2	<i>Mantenimiento preventivo</i>	7
2.6.3	<i>Mantenimiento predictivo</i>	7
2.6.4	<i>Mantenimiento cero horas (Overhaul)</i>	7
2.6.5	<i>Mantenimiento en uso</i>	7
2.7	Máquina de electroerosión	8
2.7.1	<i>Tipos de mecanizado por electroerosión</i>	11
2.7.2	<i>Electroerosión por penetración</i>	11
2.7.3	<i>Electroerosión por hilo</i>	12
2.7.4	<i>Electroerosión por perforación</i>	13
2.7.5	<i>Aplicaciones y generalidades</i>	13
2.7.6	<i>Ventajas de la electroerosión</i>	14
2.7.7	<i>Desventajas de la electroerosión</i>	14

2.8	<i>Prensa excéntrica o troqueladora.....</i>	14
2.8.1	<i>Tipos de Prensas.....</i>	15
2.8.1.1	<i>Prensa de excéntrica.</i>	16
2.8.1.2	<i>Prensa excéntrica de volante frontal.....</i>	16
2.8.2	<i>Usos más frecuentes del troquelado.....</i>	17
2.8.2.1	<i>Curvado y doblado de piezas.....</i>	17
2.8.2.2	<i>Embutido.....</i>	17
2.8.3	<i>Ventajas de troquelado.....</i>	18
2.8.4	<i>Desventajas del troquelado</i>	18
2.9	<i>Máquina fresadora Router cnc 5 ejes HY-3040 China Mini.....</i>	18
2.9.1	<i>Ventajas del Router CNC 5 ejes:</i>	22
2.9.2	<i>Desventajas del Router CNC 5 ejes.....</i>	22
2.10	<i>Tipos de máquinas CNC según el número de ejes.</i>	22
2.11	<i>Interfaz hombre máquina</i>	23
2.12	<i>Software de diseño</i>	24
2.12.1	<i>Software de diseño CAD.....</i>	24
2.12.2	<i>Software de diseño CAM</i>	24
2.13	<i>Sistemas CAD CAM.....</i>	25
2.13.1	<i>Sistema CAD.....</i>	25
2.13.2	<i>Sistema CAM</i>	26
2.13.3	<i>CAD/CAM.....</i>	26
2.14	<i>Control Numérico Computarizado (CNC)</i>	26
2.14.1	<i>Códigos Generales o Preparatorios.....</i>	26
2.14.2	<i>Códigos misceláneos.</i>	29

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1	<i>Reseña histórica de la facultad de mecánica</i>	31
3.2	<i>Descripción de la facultad de mecánica.</i>	31
3.2.1	<i>Misión:.....</i>	32
3.2.2	<i>Visión:.....</i>	32
3.2.3	<i>Estructura organizacional de la facultad de mecánica.....</i>	32
3.3	<i>Descripción del estado actual del taller de CAD CAM</i>	32
3.3.1	<i>Gestión.....</i>	33
3.3.2	<i>Grado de utilización de la maquinaria del taller de CAD-CAM</i>	33

3.3.3	<i>Situación actual del taller de CAD-CAM.</i>	33
3.4	Situación actual de las máquinas.....	34
3.4.1	<i>Máquina de electroerosión</i>	34
3.4.2	<i>Maquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini</i>	34
3.4.3	<i>Prensa de excéntrica</i>	35
3.5	Condiciones de uso y manipulación.....	35

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Manual de Operaciones de la máquina fresadora Router CNC 5 ejes	40
4.1.1	<i>Guía Práctica No.1</i>	42
4.1.2	<i>Tema.</i>	42
4.1.3	<i>Nómina de estudiantes.</i>	42
4.1.4	<i>Objetivo General.</i>	42
4.1.5	<i>Objetivos Específicos</i>	42
4.1.6	<i>Equipos y herramientas</i>	42
4.1.7	<i>Marco teórico</i>	43
4.1.8	<i>Procedimientos e instrucciones.</i>	48
4.1.9	<i>Conclusiones y recomendaciones.</i>	52
4.2	<i>Guía Práctica No.2</i>	55
4.2.1	<i>Tema.</i>	55
4.2.2	<i>Nómina de estudiantes</i>	55
4.2.3	<i>Objetivo General.</i>	55
4.2.4	<i>Objetivos Específicos</i>	55
4.2.5	<i>Equipos y herramientas</i>	55
4.2.6	<i>Marco teórico</i>	56
4.2.7	<i>Procedimiento e instrucciones.</i>	62
4.2.8	<i>Conclusiones y recomendaciones</i>	78
4.3	Manual de Operaciones Básicas de la máquina de electroerosión.....	79
4.3.1	<i>Guía Práctica No.1</i>	81
4.3.2	<i>Tema.</i>	81
4.3.3	<i>Nómina de estudiantes.</i>	81
4.3.4	<i>Objetivo General.</i>	81
4.3.5	<i>Objetivos Específicos</i>	81
4.3.6	<i>Equipos y herramientas.</i>	81

4.3.7	<i>Marco teórico.</i>	82
4.3.8	<i>Procedimiento e instrucciones.</i>	89
4.3.9	<i>Conclusiones y recomendaciones.</i>	102
4.4	<i>Guía Práctica No.2</i>	104
4.4.1	<i>Tema.</i>	104
4.4.2	<i>Nómina de estudiantes.</i>	104
4.4.3	<i>Objetivo General.</i>	104
4.4.4	<i>Objetivos Específicos.</i>	104
4.4.5	<i>Equipos y herramientas.</i>	104
4.4.6	<i>Marco teórico.</i>	106
4.4.7	<i>Procedimiento e instrucciones.</i>	106
4.4.8	<i>Conclusiones y recomendaciones.</i>	113
4.5	<i>Manual de Operaciones Básicas de la prensa excéntrica o troqueladora.</i>	114
4.5.1	<i>Guía Práctica No.1.</i>	116
4.5.2	<i>Tema.</i>	116
4.5.3	<i>Nómina de estudiantes.</i>	116
4.5.4	<i>Objetivo General.</i>	116
4.5.5	<i>Objetivos Específicos.</i>	116
4.5.6	<i>Equipos y herramientas.</i>	116
4.5.7	<i>Marco teórico.</i>	117
4.5.8	<i>Procedimiento e instrucciones.</i>	120
4.5.9	<i>Conclusiones y recomendaciones.</i>	124
4.6	<i>Guía Práctica No.2</i>	126
4.6.1	<i>Tema.</i>	126
4.6.2	<i>Nómina de estudiantes.</i>	126
4.6.3	<i>Objetivo General.</i>	126
4.6.4	<i>Objetivos Específicos.</i>	126
4.6.5	<i>Equipos y herramientas.</i>	126
4.6.6	<i>Marco teórico.</i>	126
4.6.7	<i>Procedimiento e instrucciones.</i>	128
4.6.8	<i>Conclusiones y recomendaciones.</i>	131

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	<i>Conclusiones.</i>	132
-----	----------------------	-----

5.2	Recomendaciones.....	132
-----	----------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2-1. Lista de códigos de movimiento	27
Tabla 2-2. Lista de Códigos de preparatorias	28
Tabla 2-3. Encendido y reinicio del estado de los códigos G	29
Tabla 2-4. Códigos M	29
Tabla 3-1. Condiciones de uso y manipulación	36
Tabla 4-1. Condiciones de uso y manipulación	39
Tabla 4-2. Nómina de estudiantes.....	42
Tabla 4-3. Símbolos empleados para los controles principales	48
Tabla 4-4. Características técnicas de la máquina CNC de 5 ejes	49
Tabla 4-5. Partes principales del Router CNC 5 ejes hy-3040 china mini	51
Tabla 4-6. Nómina de estudiantes.....	55
Tabla 4-7. Velocidades de corte de la máquina fresadora	58
Tabla 4-8. Avance por diente recomendado (fresas de alta velocidad)	60
Tabla 4-9. Avance recomendado por diente (fresas de carburo cementado)	61
Tabla 4-10. Nómina de estudiantes.....	81
Tabla 4-11. Tipo de Mascarilla.....	85
Tabla 4-12. Descripción del generador.....	89
Tabla 4-13. Descripción del panel de control.	94
Tabla 4-14. Sistema de graduacion para la profundidad de desbaste.	96
Tabla 4-15. Partes del tanque de trabajo.	97
Tabla 4-16. Sistema de lubricacion.....	98
Tabla 4-17. Sistema de dielectrico.....	99
Tabla 4-18. Sistema de filtro.....	100
Tabla 4-19. Partes principales de la maquina de electroerosion.....	101
Tabla 4-20. Nómina de estudiantes.....	104
Tabla 4-21. Nómina de estudiantes.....	116
Tabla 4-22. Símbolos empleados para los controles principales	121
Tabla 4-23. Partes principales de la prensa excéntrica o troqueladora.	123
Tabla 4-24. Características de la prensa excéntrica.	123
Tabla 4-25. Nómina de estudiantes.....	126

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2-1. Partes principales de una máquina para electroerosión	8
Figura 2-2. Sistema de una máquina de electroerosión	10
Figura 2-3. Sistema de electroerosión	10
Figura 2-4. Detalle de electroerosión por penetración.....	11
Figura 2-5. Electroerosión por hilo.....	12
Figura 2-6. Detalle de electroerosión por hilo	12
Figura 2-7. Electroerosión por perforación	13
Figura 2-8. Prensa excéntrica de volante frontal	16
Figura 2-9. Arrollado de Chapas	17
Figura 2-10. Embutido de chapas	18
Figura 2-11. Máquina fresadora Router CNC 5 Ejes	19
Figura 2-12. Parte interna de la fresadora Router CNC 5 Ejes.....	19
Figura 2-13. Recubrimiento del cableado de motores	20
Figura 2-14. Sistema de refrigeración por agua.....	20
Figura 2-15. Mesa.....	21
Figura 2-16. Ejes de rotación A y B	21
Figura 2-17. Dimensiones máquina CNC de 5 ejes.....	21
Figura 2-18. Interfaz hombre máquina	24
Figura 2-19. Operaciones del mecanizado.....	25
Figura 3-1. Estructura organizacional de la facultad de mecánica.	32
Figura 3-2. Máquina de electroerosión.....	34
Figura 3-3. Fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini	35
Figura 3-4. Prensa excéntrica	35
Figura 4-1. Fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini.	43
Figura 4-2. Jafas Solus.....	44
Figura 4-3. Guante de Protección 3M G643.....	45
Figura 4-4. Máquina fresadora Router CNC	46
Figura 4-5. Fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040	53
Figura 4-6. Equipos y herramientas	56
Figura 4-7. Herramientas y forma generada de la pieza	57
Figura 4-8. Herramienta de Corte	57
Figura 4-9. Fresa plana HSS de Ø6 mm	59

Figura 4-10. Fresa Plana HSS de Ø6 mm y número de dientes 4	61
Figura 4-11. Logotipo alto y bajo relieve en el software NX	62
Figura 4-12. Proceso de manufactura en el software Visual Mill	63
Figura 4-13. Generación de la trayectoria y editor de códigos en el software Cimco... 63	
Figura 4-14. Botón ON/OFF.....	64
Figura 4-15. Base para el mecanizado	64
Figura 4-16. Pieza a mecanizar montada en la máquina	64
Figura 4-17. Fresa y Portafresa.....	65
Figura 4-18. Colocación de la porta fresas en el husillo.....	65
Figura 4-19. Llaves	65
Figura 4-20. Máquina fresadora y computador	66
Figura 4-21. Programa Match 3	66
Figura 4-22. Selección de unidades	67
Figura 4-23. Opción config.....	67
Figura 4-24. Motor Outputs	68
Figura 4-25. Input signals	68
Figura 4-26. Configuración del paso de los motores	69
Figura 4-27. Configuración de los botones de JOG	70
Figura 4-28. System HotKeys Setup	71
Figura 4-29. Jog ON/OFF.....	71
Figura 4-30. Configuración de la velocidad de avance	72
Figura 4-31. Velocidad del husillo	72
Figura 4-32. Información de la herramienta	73
Figura 4-33. Cero de pieza.....	74
Figura 4-34. Mecanizado	74
Figura 4-35. Load G Code	74
Figura 4-36. Códigos generados	75
Figura 4-37. Encender el husillo.....	75
Figura 4-38. Estado inicial de la pieza.....	76
Figura 4-39. Fresado del contorno.....	76
Figura 4-40. Fresado de las hélices.....	77
Figura 4-41. Desbaste final del impeller.....	77
Figura 4-42. Logotipo de la ESPOCH.....	78
Figura 4-43. Máquina de electroerosión.....	82

Figura 4-44. Gafas 3M Solus	83
Figura 4-45. Guante de protección 3M M905	84
Figura 4-46. Mascarilla.....	84
Figura 4-47. Taladrado por electroerosión	86
Figura 4-48. Mecanizado de grabados	86
Figura 4-49. Máquina de electroerosión.	104
Figura 4-50. Logotipo de la ESPOCH.....	105
Figura 4-51. Plancha de duraluminio.....	105
Figura 4-52. Caja térmica	107
Figura 4-53. Encendido de máquina	107
Figura 4-54. Colocación de la pieza y el electrodo	107
Figura 4-55. Configuración panel de control.....	108
Figura 4-56. Configuración panel de control.....	109
Figura 4-57. Configuración panel de control.....	109
Figura 4-58. Control de la descarga del electrodo y regulación de la velocidad.....	110
Figura 4-59. Mecanización por electroerosión	110
Figura 4-60. Micrómetro	111
Figura 4-61. Selección de la mínima distancia.....	111
Figura 4-62. Chorro de dieléctrico.....	112
Figura 4-63. Logotipo de la ESPOCH.....	112
Figura 4-64. Prensa de excéntrica.....	117
Figura 4-65. Gafas Solus	118
Figura 4-66. Guantes 3M G643	119
Figura 4-67. Matriz de corte	120
Figura 4-68. Partes de una matriz	120
Figura 4-69. Prensa de excéntrica.....	127
Figura 4-70. Colocación de la pieza a mecanizar	128
Figura 4-71. Energización de la máquina	129
Figura 4-72. Regulación de la excéntrica	129
Figura 4-73. Perilla de selección de velocidad	129
Figura 4-74. Conexión entrada de aire.	130
Figura 4-75. Modo de operación	130
Figura 4-76. Funcionamiento de la máquina.	130
Figura 4-77. Piezas obtenidas mediante matriz de corte	131

LISTA DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 3-1. Diagnóstico de la situación actual	37

LISTA DE ABREVIATURAS

CNC	Control Numérico Computarizado.
CAD	Diseño Asistido por Computador.
CAM	Manufactura Asistida por Computador.

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A: Plano logotipo alto relieve

Anexo B: Plano troquel

RESUMEN

El presente trabajo consiste en la elaboración de un manual de operaciones básicas y mantenimiento para la máquina de electroerosión, la prensa excéntrica y la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini del taller de CAD- CAM de la facultad de mecánica de la ESPOCH. El objetivo principal del proyecto es la elaboración de guías para la ejecución de procesos de mecanizado en piezas, en el caso de la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini el diseño de las piezas se lo realizo en el software Siemens NX y la programación en el software Match 3, la máquina de electroerosión y la prensa excéntrica son de control manual y es el operador quien establece los parámetros de funcionamiento. En la redacción de los conceptos más relevantes en el contexto teórico se utiliza el método de razonamiento deductivo, y para el diseño y fabricación de elementos mecánicos, el cual realiza el interfaz de los sistemas CAD-CAM. Los beneficios que nos proporcionan las mencionadas maquinas son múltiples procesos de manufactura, optimizar tiempo y recursos debido a la precisión con las que estas trabajan, y ayudar al aprendizaje de los estudiantes que manipulan estas máquinas; el manual de prácticas se realiza de forma didáctica y de fácil comprensión siguiendo una estructura sistémica en base a los criterios técnicos de manipulación de máquinas manuales y CNC. Al implementar el manual de prácticas ayuda a mejorar el interfaz de enseñanza aprendizaje entre estudiantes y docentes, logrando realizar operaciones de manufactura y determinar los parámetros de manipulación de las máquinas, previamente revisando los segmentos de códigos, sujeción de las piezas a mecanizar y utilizando los respectivos equipos de protección personal.

PALABRAS CLAVE: <DISEÑO ASISTIDO POR COMPUTADORA (CAD)>, <MANUFACTURA ASISTIDA POR COMPUTADORA (CAM)>, <CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO (CNC)>, <SIEMENS NX (SOFTWARE)>, <MATCH 3 (SOFTWARE)>, <ELECTROEROSIÓN>, <ROUTER CNC>

ABSTRACT

The present work consists in the elaboration of a manual of basic operations and maintenance for the EDM machine, the eccentric press and the milling Machine CNC Router 5 axes HY-3040 China Mini of the workshop of CAD-CAM of the faculty of mechanics of the ESPOCH. The main objective of the project is the elaboration of guides for the execution of machining processes in parts, in the case of the CNC router Milling Machine 5 axes HY-3040 China Mini the design of the pieces is done in the Siemens NX software and programming in the software Match 3, the electrical discharge machine and the eccentric press are manual control and it is the operator who establishes the operating parameters. In the drafting of the most relevant concepts in the theoretical context the method of deductive reasoning is used, and for the design and manufacture of mechanical elements, which performs the interface of the CAD-CAM systems. The benefits provided by the aforementioned machines are multiple manufacturing processes, optimize time and resources due to the precision which they work, and helping to learn the students who manipulate these machines; The Handbook of practices is carried out in a didactic and easy to understand manner following a systematic structure based on the technical criteria for manipulation of manual and CNC machines. By implementing the practice Handbook it helps to improve the learning interface between students and teachers, achieving manufacturing operations and determining the parameters of machine manipulation, previously reviewing the segments of Codes, securing of the parts to be machined and using the respective personal protective equipment.

KEY WORDS: <COMPUTER AIDED DESIGN (CAD)>, <COMPUTER AIDED MANUFACTURING (CAM)>, <COMPUTERIZED NUMERICAL CONTROL (CNC)>, <SIEMENS NX (SOFTWARE)>, <MATCH 3 (SOFTWARE)>, <ELECTRICAL DISCHARGE MACHINES >, <CNC ROUTER>

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

En el taller de CAD CAM de la Facultad de Mecánica de la ESPOCH se encuentran disponibles la máquina de electroerosión, la prensa excéntrica y la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini, las cuales se hallan en buen estado de funcionamiento. Sin embargo, no se puede hacer usos de las mismas, debido a que no existe un manual de operaciones para la realización de prácticas por parte de los estudiantes de la facultad.

Las máquinas mencionadas tienen la capacidad de realizar operaciones de mecanizado de contornos, de superficie, circular, taladrado, mecanizado complejo, electroerosión, entre otros.

En el caso de la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini estas operaciones son efectuadas partiendo del modelado CAD, posteriormente se hace la simulación del mecanizado y la generación de los códigos mediante una serie de software CAM, como el Siemens NX, para finalmente transferir los códigos a la máquina y llevar a efecto el proceso de mecanizado en la pieza de trabajo.

La prensa excéntrica es una máquina que acumula energía mediante un volante de inercia y la transmite mecánicamente (prensa de revolución total) o neumáticamente (prensa de revolución parcial) a un troquel o matriz mediante un sistema de biela-manivela.

La electroerosión es un procedimiento de mecanizado que se basa en el hecho de desgastar el material por medio de una serie sucesiva de descargas eléctricas.

Al no contar con un documento que nos permita obtener información más detallada sobre la operación, funcionamiento y el mantenimiento de las máquinas mencionadas, se ha visto la necesidad de proponer una guía teórico-práctica para que los futuros profesionales ejecuten las operaciones básicas de mecanizado en dichas máquinas, y a su vez manipularlas con toda la seguridad posible para así evitar daños en la maquinaria y los estudiantes.

1.1 Antecedentes

La Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH) actualmente dispone de máquinas herramientas para la realización de prácticas de laboratorio por parte de los estudiantes en su formación académica, entre ellas existen máquinas de operación manual y máquinas de control numérico computarizado (CNC), las cuales para su operación requieren la generación de bloques de programa a través de códigos de letras que se establecen de forma secuencial.

La máquina de electroerosión, la prensa excéntrica y la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini están disponibles en los talleres de la facultad de mecánica de la ESPOCH, con estas máquinas se tiene por objeto realizar varios procesos tales como: electroerosión, mecanizado de superficies, de contorno, mecanizado circular, taladrado y mecanizado completo de una pieza. La máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini es empleada para ejecutar las operaciones inherentes al diseño y manufactura asistida por computador (CAD/CAM), que es una disciplina orientada a la creación de elementos mecánicos y bienes en serie, con base en la automatización de los procesos de producción de mecanizado.

Las mencionadas máquinas serán utilizadas como un instrumento para las prácticas de laboratorio de la asignatura de CAD/CAM de los estudiantes de la facultad de mecánica.

Los manuales de operación tienen como finalidad proporcionar al lector la lógica con la que se ha desarrollado una aplicación, misma que es propia de cada programador, motivo por el cual se necesita documentar la información correspondiente a criterios tales como: especificaciones técnicas de las máquinas, modo de funcionamiento, condiciones de instalación, lenguajes de programación, mantenimiento, seguridad, entre otros parámetros. En el caso de la máquina de electroerosión, la prensa excéntrica solo cuentan con un plan de mantenimiento programado pero se desconoce su funcionamiento, la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini no cuenta con ningún documento donde nos indique el funcionamiento y mantenimiento.

1.2 Planteamiento del problema

En la facultad de mecánica de la ESPOCH, se encuentran ubicadas la máquina de electroerosión, la prensa excéntrica y la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040

China Mini, las cuales no disponen de una guía técnica de operación que reúna la información y los conceptos teórico-prácticos necesarios para su programación y su manipulación, esto afecta negativamente en el aprendizaje de los estudiantes porque no pueden desarrollar sus conocimientos de una forma práctica.

Por lo expuesto, se hace necesaria la creación de guías de prácticas básicas, que faciliten la comprensión acerca del funcionamiento de las maquinas mencionadas.

1.3 Justificación

1.3.1 *Justificación teórica*

El desarrollo del proyecto técnico contempla una documentación y un estudio sobre las características principales, la configuración, la operación básica y el mantenimiento de la máquina de electroerosión, la prensa excéntrica y la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini, dicha documentación se realizara mediante la creación de guías de prácticas la cual va estar disponible para los estudiantes y docentes que tengan la necesidad de manipular las mencionadas máquinas.

1.3.2 *Justificación metodológica*

La ejecución del proyecto técnico servirá como guía práctica para que los estudiantes de la facultad de mecánica puedan comprender de manera fácil y rápida el funcionamiento de las máquinas, los mismos que puedan participar en los cursos de CAD-CAM o en proyectos que se desarrollen a futuro, de esta manera se aportara con los conocimientos necesarios acerca de la manipulación de la máquina de electroerosión, la prensa excéntrica y la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini.

El manual cuenta con dos guías de prácticas de laboratorio para cada máquina, las mismas que contemplan los siguientes aspectos:

- Tema.
- Nómina de estudiantes.
- Objetivos de la práctica.
- Equipos y herramientas.
- Marco teórico.
- Procedimientos e instrucciones.

- Conclusiones y recomendaciones.

1.3.3 *Justificación práctica*

La realización de las prácticas de laboratorio en la máquina de electroerosión, la prensa excéntrica y la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini, del taller de CAD-CAM, serán realizadas con el propósito de documentar en un informe los resultados de la manipulación del equipo en los aspectos referentes al funcionamiento, mantenimiento y fabricación de piezas.

Con esta guía de prácticas se beneficiara en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y docentes que requieran el uso de la máquina de electroerosión, la prensa excéntrica y la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini.

1.4 **Objetivos**

1.4.1 *Objetivo general*

Elaborar un manual de operaciones y mantenimiento de la máquina de electroerosión, la prensa excéntrica y la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini del taller de CAD- CAM, que permita el desarrollo de destrezas y habilidades de los estudiantes de la facultad de mecánica.

1.4.2 *Objetivos específicos:*

- Identificar las partes principales de la máquina de electroerosión, la prensa excéntrica y la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini del taller de CAD CAM de la facultad de mecánica.
- Conocer el funcionamiento general de la máquina de electroerosión, la prensa excéntrica y la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini del taller de CAD-CAM de la facultad de mecánica.
- Elaborar el manual que contenga dos guías de prácticas de laboratorio.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Manual de operaciones

Un manual de operaciones no es más que una guía técnica especializada, creada para la ejecución de las instrucciones que comprenden el funcionamiento adecuado de una máquina.

2.2 Objetivos de un manual.

El objetivo de un manual es suministrar los lineamientos, reglas o normas de cómo utilizar un equipo mecánico de una forma sistemática, explícita y ordenada. Esta guía de instrucciones nos servirá también para la corrección de algún problema que esté sucediendo con un equipo, ya sea técnico, sea el caso de un electrodoméstico o aparato mecánico. (Profesional, 2015)

En el caso de las máquinas CNC tiene por objeto dar a conocer como se debe realizar el diseño de las piezas a ser creadas, así como el principio de funcionamiento de la máquina, los códigos para el mecanizado, el modo de mantenimiento, los tipos de procesos que se pueden ejecutar, entre otros aspectos similares.

Es decir que, el manual técnico es una respuesta a la necesidad del lector de comprender la lógica con la que se debe poner en funcionamiento una determinada máquina, tomando en cuenta que cada una es independiente y tiene sus propias características; en el presente caso son la máquinas de electroerosión, la prensa excéntrica y la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini del taller de CAD-CAM de la facultad de mecánica.

2.3 Elementos que integran un manual

En la actualidad existe una gran variedad de formas de presentar un manual de operaciones, y en cuanto a su contenido no existe semejanza, ya que éste varía según los objetivos y propósitos de cada dependencia, así como con su ámbito de aplicación. (HIDALGO, 2016)

A continuación, se presenta una breve descripción de lo que debe contener en cada uno de los campos de la plantilla de los procedimientos para que sirva como guía para levantar nuevos procesos

- Tema.
- Nómina de estudiantes.
- Objetivos de la práctica.
- Equipos y herramientas.
- Marco teórico.
- Procedimientos e instrucciones.
- Conclusiones y recomendaciones.

2.4 Mantenimiento

El mantenimiento se define como un conjunto de normas y técnicas establecidas para la conservación de la maquinaria y las instalaciones que forman una planta o un taller industrial, con esto se busca un mejor rendimiento en el mayor tiempo posible. (Caballeros, 2014)

2.5 Manual de mantenimiento

Un Manual de mantenimiento describe técnicas y procedimientos que nos permiten, efectuar revisiones, engrases y reparaciones eficaces, dando a la vez pautas de buen funcionamiento a los operarios de las máquinas, a los usuarios, así contribuyendo a los beneficios de la empresa.

También podemos decir que un manual de mantenimiento busca lo más conveniente para las máquinas, tratando de alargar su vida útil de forma rentable para el usuario. (Iribarren, 2012 pág. 8)

2.6 Tipos de mantenimiento

Tradicionalmente, se han distinguido cinco tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen.

2.6.1 *Mantenimiento correctivo*

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en las diferentes máquinas y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos. (Renovetec, 2016)

2.6.2 *Mantenimiento preventivo*

Es el mantenimiento que tiene por misión conservar un determinado nivel de servicio en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

2.6.3 *Mantenimiento predictivo*

Es el mantenimiento que persigue conocer e informar constantemente del estado y operatividad de la maquinaria mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables representativas de tal estado y operatividad. Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo.

2.6.4 *Mantenimiento cero horas (Overhaul)*

Es el conjunto de tareas las cuales tienen como objetivo revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, o bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido notablemente de manera que resulta imprudente hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a “cero horas” de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo. En estas revisiones se sustituyen o se reparan todos los elementos sometidos a desgaste.

2.6.5 *Mantenimiento en uso*

Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los mismos operarios. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, reapriete de tornillos, etc.) para las que no es necesario una gran formación, sino tan solo un entrenamiento breve. (Iribarren, 2012 págs. 10,11)

2.7 Máquina de electroerosión

Se podría definir el proceso de electroerosión como el método de arranque de material por medio de descargas eléctricas controladas desde el panel de control dependiendo el material, que saltan en un medio dieléctrico, entre un electrodo (herramienta de trabajo) y la pieza a mecanizar.

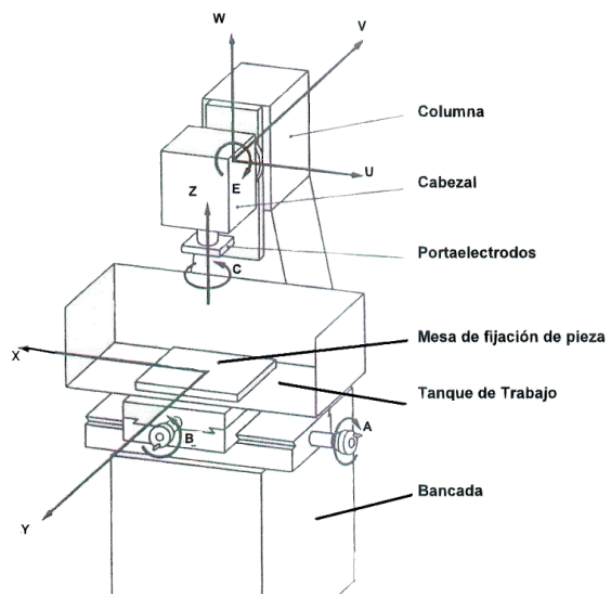
Este proceso es aplicable a piezas resistentes a los procesos comunes de mecanizado, a condición de que sean eléctricamente conductoras, por lo general, no ferrosas, del tipo de acero, titanio, súper aleaciones, latón y muchos otros metales. En lugar de cortar el material, la electroerosión lo funde o vaporiza, generando una línea de corte sumamente precisa y con escasa formación de escoria.

La aceptación general del mecanizado por electroerosión ha posibilitado no sólo una multiplicidad de aplicaciones, sino también ha dado lugar a una oferta que abarca una diversidad de máquinas electro erosionadoras.

Sin embargo, a pesar de sus diferencias que también incluyen la naturaleza del fluido dieléctrico y el número de ejes, las máquinas para electroerosión responden, en general, a un diseño que comprende los mismos componentes básicos. (Herramientas, 2014)

Veamos cuáles son en el siguiente esquema típico.

Figura 2-1. Partes principales de una máquina para electroerosión



Fuente: (Herramientas, 2014)

En la figura observamos, en primer lugar, el sistema de ejes que responde a la norma alemana VDI 3402, la cual define los distintos ejes de cualquier máquina para electroerosión.

También podemos apreciar un armazón general que, en algunos casos como el de la figura, aunque no necesariamente, adopta la conocida forma de “cuello de cisne” que ya hemos visto en otro tipo de máquinas. Dicho armazón constituye el esqueleto de la máquina, tiene que ser robusto y debe servir de sujeción para la mesa de trabajo, el tanque de dieléctrico, el generador de potencia y todos los elementos y dispositivos necesarios para el proceso de electroerosión, por ejemplo, los que se emplean para accionar los sistemas de porta electrodo (penetración) o de movimiento y guía del hilo (hilo).

Una parte integrante de ese armazón es la columna, donde normalmente se encuentra alojado el generador de potencia o generador de impulsos. Este componente es esencial para cualquier máquina electroerosionadoras, por cuanto es el que origina el diferencial eléctrico entre el electrodo y la pieza mediante una descarga en forma de pulsos de duración efímera, ya que puede producir varias decenas de miles de pulsos por segundo. Existen varios tipos, pero, por lo común, el generador de potencia está compuesto por:

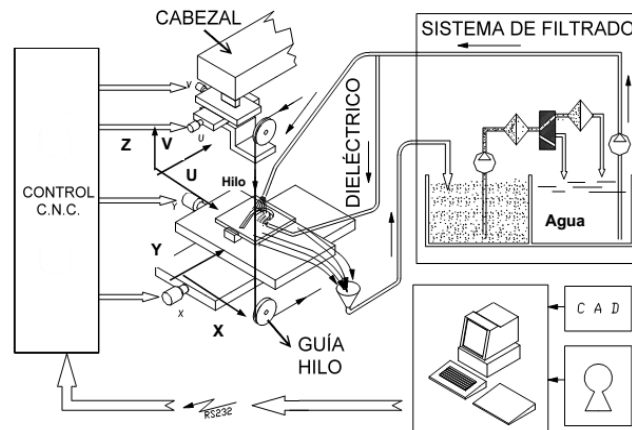
- un circuito
- un sistema de encendido y apagado transistorizado de alta frecuencia
- una resistencia o equipo de protección eléctrica
- un estabilizador oscilante

Otro componente fundamental que distinguimos en la figura es el cabezal, que gobierna el sistema de mecanizado automático, posibilitando los movimientos sobre los ejes, y cuyas características son diferentes según el tipo de electroerosión empleado.

La mesa de trabajo o mesa de fijación de la pieza es, como lo indica su nombre, la unidad en la que se monta la pieza para su mecanización. Dependiendo del diseño de la máquina, el elemento móvil puede ser esta mesa o bien el electrodo. Alrededor de la mesa de fijación se ubica el tanque de trabajo, que contiene el fluido dieléctrico y cuyo volumen depende del tamaño de la pieza y la potencia del generador de impulsos, pudiendo variar de unos 30 a 3.000 litros.

El tanque de trabajo descansa sobre la bancada, una pieza rígida que es la parte inferior del armazón y es en la que se encuentran las guías de los ejes X e Y, reguladas por servomotores. (Herramientas, 2014)

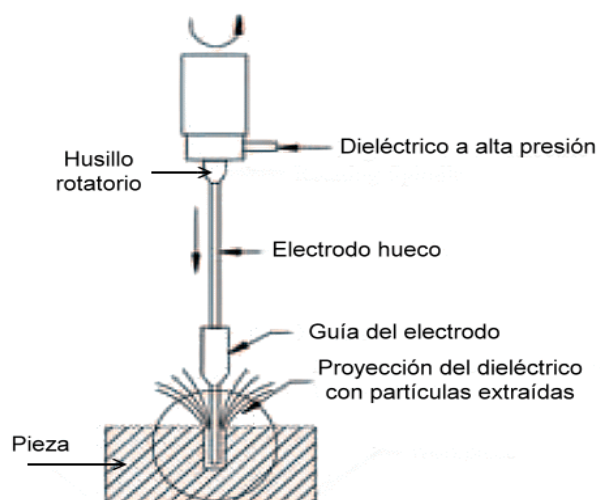
Figura 2-2. Sistema de una máquina de electroerosión



Fuente: (Herramientas, 2014)

Las electroerosionadoras, tanto por penetración como por hilo cuentan con otros dispositivos esenciales, como la unidad de filtrado que vemos en la figura de arriba. Esta unidad limpia el fluido dieléctrico de los residuos del material arrancado durante el proceso de electroerosión. Está provista de un sistema de filtrado y enfriamiento del dieléctrico, como así también de los dispositivos necesarios para asegurar la circulación del dieléctrico, impulsado por bombas hidráulicas, hacia el tanque de trabajo y ejecutar los distintos tipos de limpieza de la zona de trabajo.

Figura 2-3. Sistema de electroerosión



Fuente: (Herramientas, 2014)

El principio de funcionamiento de una máquina para electroerosión por perforación es el mismo que en el sistema por penetración. Una chispa producida en un gap entre el electrodo y la pieza, y cuya dimensión es mantenida por un servomotor, erosiona un material conductor. Como el electrodo es hueco, el dieléctrico fluye a través de este y la rotación ayuda a producir la concentricidad y facilitar el proceso de limpieza. (Herramientas, 2014)

2.7.1 *Tipos de mecanizado por electroerosión.*

La expansión del mecanizado por electroerosión en los últimos años ha dado origen a los tres tipos principales que se enumeran a continuación, aunque los más utilizados son los dos primeros.

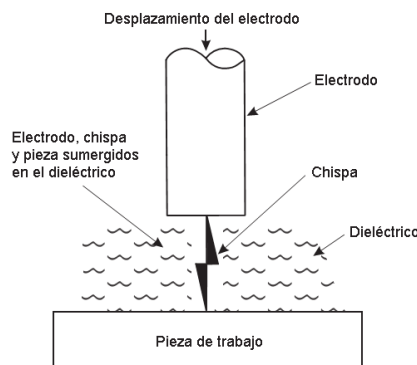
- Electroerosión por penetración
- Electroerosión por hilo
- Electroerosión por perforación

2.7.2 *Electroerosión por penetración.*

En este proceso, el electrodo se une al cabezal de la máquina que está conectado a un polo por lo general, el polo positivo de una fuente de alimentación pulsada.

La pieza de trabajo se conecta al polo negativo y se ubica de manera que haya un hueco entre esta y el electrodo. Posteriormente, el hueco se inunda con fluido dieléctrico. Cuando se conecta la fuente de alimentación, el hueco es atravesado por miles de impulsos de corriente continua por segundo formando chispas y dando comienzo al proceso de erosión.

Figura 2-4. Detalle de electroerosión por penetración

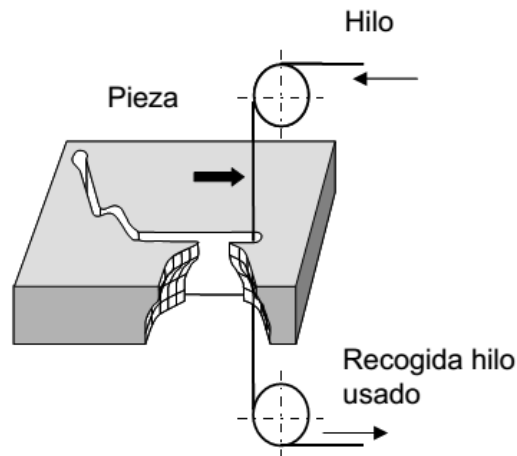


Fuente: (Herramientas, 2014)

2.7.3 Electroerosión por hilo

El principio de funcionamiento del sistema por hilo es el mismo que el tipo de penetración, ya que emplea una serie de descargas de corriente continua que forman chispas entre el hilo y la pieza de trabajo, ambos en contacto con el fluido dieléctrico. (Herramientas, 2014)

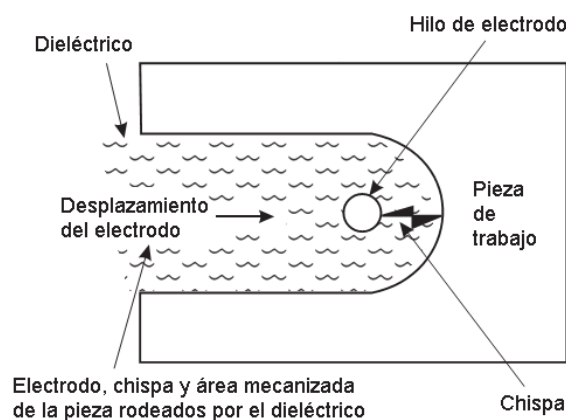
Figura 2-5. Electroerosión por hilo



Fuente: (Herramientas, 2014)

La diferencia fundamental entre la electroerosión por hilo y la electroerosión por penetración es que la forma del electrodo no influye directamente en la forma de la pieza a obtener, puesto que lo único que se pretende es realizar un corte en la pieza y no obtener una copia con la forma del electrodo.

Figura 2-6. Detalle de electroerosión por hilo



Fuente: (Herramientas, 2014)

2.7.4 *Electroerosión por perforación.*

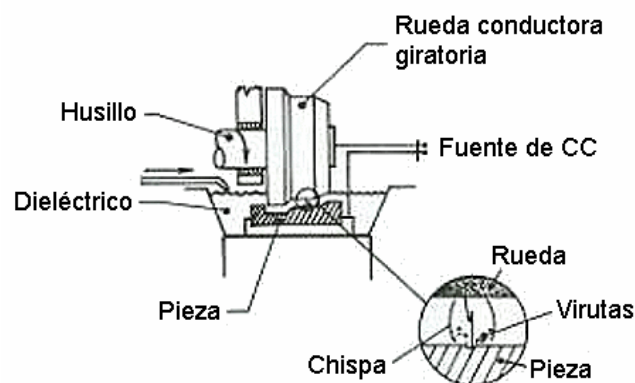
Este tipo de electroerosión está diseñado para la perforación de orificios pequeños (de entre 0,015 cm y 0,65 cm aprox.) pero muy profundos, con una relación de profundidad a diámetro de 30 a 1, o superior. Para ello, se emplean electrodos rotatorios concéntricos de hasta 30 cm de largo que giran a 100 rpm y perforan la pieza de trabajo.

Básicamente los electrodos realizan las mismas funciones que un taladro de columna, excepto que:

- a) La extracción del material se realiza mediante descargas eléctricas sin contacto directo entre electrodo y pieza,
- b) La dureza del material es irrelevante y
- c) La precisión del orificio terminado es muy superior a lo que cualquier taladro podrían producir.

A medida que se generan las descargas eléctricas, la rotación ayuda al lavado y provee un desgaste parejo del electrodo.

Figura 2-7. Electroerosión por perforación



Fuente: (Herramientas, 2014)

2.7.5 *Aplicaciones y generalidades*

La electroerosión se utiliza para producir piezas muy pequeñas y precisas, así como grandes piezas tales como matrices de estampado para automóviles y componentes para el fuselaje de aviones. Todos los materiales que se someten a mecanizado por electroerosión deben ser eléctricamente conductores o semiconductores, sin zonas de corte no conductoras. Estos materiales incluyen aceros endurecidos y con tratamiento

térmico, carburo, diamante policristalino, titanio, aceros laminados en caliente y en frío, cobre, bronce y aleaciones de altas temperaturas.

2.7.6 *Ventajas de la electroerosión*

- Es un proceso sin contacto que no genera vibración ni fuerzas de corte, lo que permite la producción de piezas muy pequeñas, frágiles y de formas complejas.
- Se pueden obtener tolerancias más estrictas, detalles intrincados y acabados de calidad superior en una amplia gama de materiales que son difíciles o imposibles de fabricar con los procesos tradicionales.
- Se pueden trabajar metales muy duros porque el proceso vaporiza el metal en lugar de cortarlo.
- Pueden mecanizarse materiales explosivos o inflamables, porque el proceso tiene lugar dentro de un fluido.
- Las máquinas electroerosionadoras dotadas de una función de conocimiento de proceso permiten producir piezas complejas con una mínima intervención del operador.

2.7.7 *Desventajas de la electroerosión*

- No puede aplicarse en materiales no conductores.
- Posee bajas tasas de remoción del metal en comparación con métodos tradicionales del mecanizado por arranque de viruta.
- Se requiere un tiempo de elaboración para producir formas específicas de electrodos de grafito. Además, el grafito es un material frágil, por lo que la manipulación de los electrodos debe ser muy cuidadosa.
- Después del proceso suele quedar una capa superficial de metal fundido, frágil y de extrema dureza, que debe eliminarse en las piezas que requieran resistencia a la fatiga.

2.8 *Prensa excéntrica o troqueladora*

La prensa mecánica o prensadora es una máquina que acumula energía mediante un volante de inercia y la transmite bien mecánicamente (prensa de revolución total) o neumáticamente (prensa de revolución parcial) a un troquel o matriz mediante un sistema de biela-manivela.

La fuerza generada por la prensa varía a lo largo de su recorrido en función del ángulo de aplicación de la fuerza. Cuanto más próximo esté el punto de aplicación al PMI (Punto Muerto Inferior) mayor será la fuerza, siendo en este punto (PMI) teóricamente infinita. Como estándar más aceptado los fabricantes proporcionan como punto de fuerza en la prensa de reducción por engranajes 30° y en las prensas de volante directo 20° del PMI.

Ha de tenerse en cuenta que la fuerza total indicada por los fabricantes se refiere a la proporcionada en funcionamiento golpe a golpe, es decir, embragando y desembragando cada vez, para funcionamiento continuo (embragado permanente) ha de considerarse una reducción de fuerza aproximada del 20%. La necesidad de flexibilizar los procesos y automatizarlos ha hecho que se adopten en estas máquinas los convertidores de frecuencia (variadores de velocidad) y debe tenerse en cuenta que las variaciones de velocidad afectan a la fuerza suministrada. Por tanto una variación de velocidad sobre el estándar del fabricante del 50% significa una disminución de fuerza disponible del 75%. (Sierra, 2014)

2.8.1 *Tipos de Prensas*

Por su sistema de transmisión, pueden clasificarse en:

- Prensas a volante directo.
- Prensas de reducción.
- Prensas de doble reducción.
- Prensas de reducción paralela.
- Prensas de cinemática especial.

Por su estructura se pueden clasificar en:

- Prensas de cuello de cisne y prensas de doble montante (dentro de estas existen las monoblock y las de piezas armadas por tirantes).

Por su velocidad se clasifican en:

- Prensas convencionales (de 12 a 200 golpes minuto en función de su tamaño).
- Prensas rápidas (de 300 a 700 golpes por minuto)
- Prensas de alta velocidad (de 800 hasta 1600 golpes por minuto)

Las más rápidas son de fabricación japonesa y suiza. Otro tipo de prensas aparecidas recientemente son las "servoprensas", en estas prensas se elimina el embrague y el volante de inercia obteniendo toda su energía de uno o varios servomotores conectados al eje principal mediante reductoras planetarias o epicloidales, o mediante palancas articulas. La aparición de estas máquinas ha impulsado también el desarrollo de prensas híbridas de distintos tipos (con servo y volante y embrague).

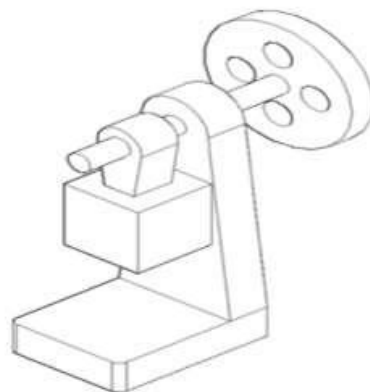
2.8.1.1 *Prensa de excéntrica.*

Son las de uso general puesto que se adaptan mejor a la mayoría de los trabajos de matricería, presentan dificultades para la embutición profunda En éstas, el volante acumula una cantidad de energía que cede en el momento que se libera el cabezal para cortar, doblar o embutir. En el eje del volante hay una excéntrica que funciona por medio de una biela, dándole movimiento alternativo al cabezal que se desliza por las guías, en éste se acopla el conjunto superior de la matriz y en la mesa el conjunto inferior por medio de tornillos y bridas. Estas prensas pueden ser de volante lateral o frontal, inclinables o fijas. (Fernandez J, 2016)

2.8.1.2 *Prensa excéntrica de volante frontal*

Es la que tiene la excéntrica en el extremo del eje, situando la biela, cabezal y guías regulables al frente del cuerpo de la máquina, ésta puede tener mesa fija cuando es de poca potencia y va montada sobre una mesa o banco.

Figura 2-8. Prensa excéntrica de volante frontal



Fuente: (Fernandez J, 2016)

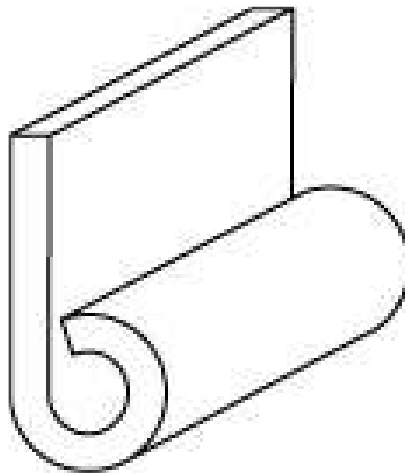
2.8.2 Usos más frecuentes del troquelado

Estas prensas se emplean en operaciones de corte, estampación, doblado y embuticiones pequeñas. No son adecuadas para embuticiones profundas al aplicar la fuerza de forma rápida y no constante. No obstante, el desarrollo de prensas con cinemática compleja (prensas de palanca articulada o prensas link drive) ha hecho posible que puedan usarse para embuticiones más profundas y con aceros de alta resistencia elástica, ya que este tipo de prensas mecánicas reduce su velocidad cerca del PMI pudiendo deformar la chapa sin romperla. (Fernandez J, 2016)

2.8.2.1 Curvado y doblado de piezas.

El doblado y curvado son operaciones que consisten en obtener una pieza de chapa con generatrices y bordes rectilíneos, sin someter el material a grandes desplazamientos moleculares en el transcurso de la operación. Aquí en este tipo de mecanizado con troqueladoras se identifican las operaciones de formado como: curvado, arrollado, aplanado, doblado, rebordeado unas de las más utilizadas dentro de la industria principalmente la industria automovilística.

Figura 2-9. Arrollado de Chapas

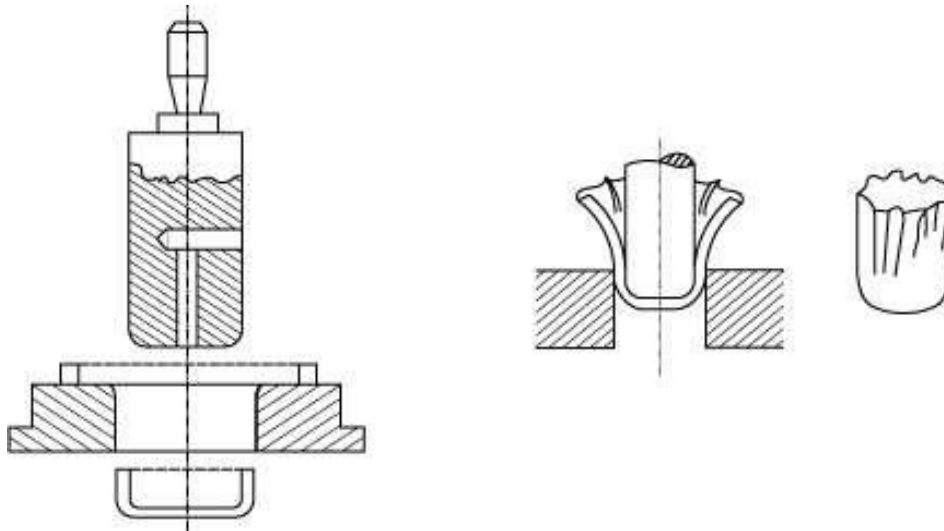


Fuente: (Fernandez J, 2016)

2.8.2.2 Embutido.

Es una operación que consiste partiendo de una pieza denominada “recorte” en obtener una pieza hueca de superficie no desarrollable y del mismo espesor que el primitivo recorte. Es una transformación de superficie por desplazamiento molecular. Si ha habido estirado se puede constatar por una disminución del espesor.

Figura 2-10. Embutido de chapas



Fuente: (Fernandez J, 2016)

2.8.3 *Ventajas de troquelado*

- Las dimensiones siempre son precisas
- Los consumos son controlados
- Se evita el uso de elementos cortantes
- Mejora la estética del producto fabricado
- La aplicación es más rápida, lo que permite un ahorro de tiempo

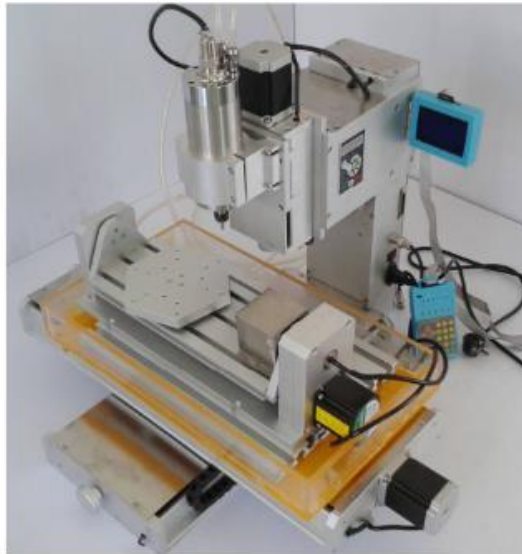
2.8.4 *Desventajas del troquelado*

- Limitantes en el espesor del material, ya que en el troquelado se lleva a cabo en espesores de 0,025 a 9mm.
- Cuando el material es con una estrecha tolerancia tiene un costo mayor
- Para el troquelado fino puede decirse, que las cantidades mínimas para considerar, están entre 10000 y 20000 piezas, ya que la calidad y costo de la herramienta requiere una cantidad razonable de piezas para justificar el gasto.

2.9 **Máquina fresadora Router cnc 5 ejes HY-3040 China Mini**

Es una máquina muy potente y útil impulsada por motores paso a paso, puede ser utilizada como un grabador, torno, o fresadora en diferentes materiales como la madera, piedras, metales, etc.

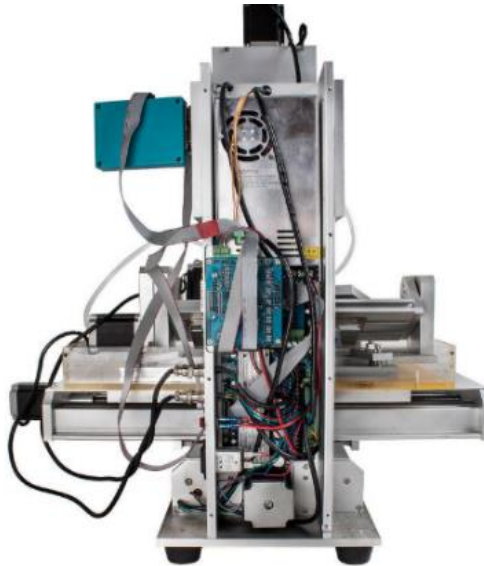
Figura 2-11. Máquina fresadora Router CNC 5 Ejes



Fuente: (ZONE, 2010)

El mecanizado de cinco ejes proporciona infinitas posibilidades en cuanto a los tamaños y formas de las piezas a procesar. El término "cinco ejes" se refiere al número de direcciones en las que se puede mover la herramienta de corte.

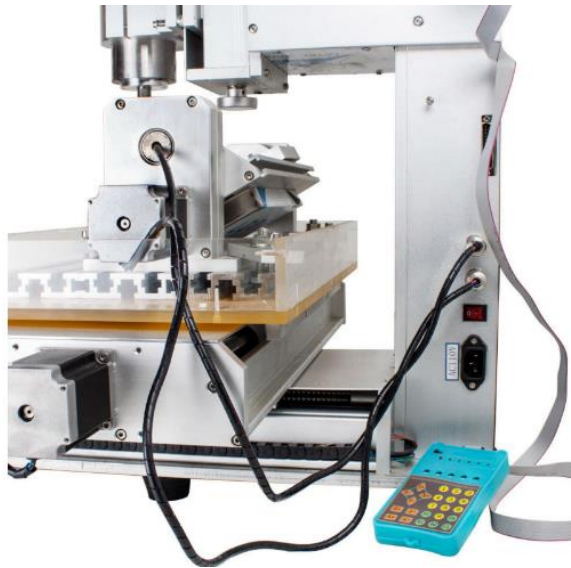
Figura 2-12. Parte interna de la fresadora Router CNC 5 Ejes



Fuente: (ZONE, 2010)

En los sistemas eléctricos de la máquina se pone mucha atención al tendido de los cables, distanciando aquellos de potencia de los cables de control, sobre todo aquellos analógicos muy sensibles a las perturbaciones.

Figura 2-13. Recubrimiento del cableado de motores



Fuente: (ZONE, 2010)

El sistema de refrigeración por agua nos ayuda a evacuar el calor que se genera en la herramienta hasta dejarla en un valor adecuado o constante.

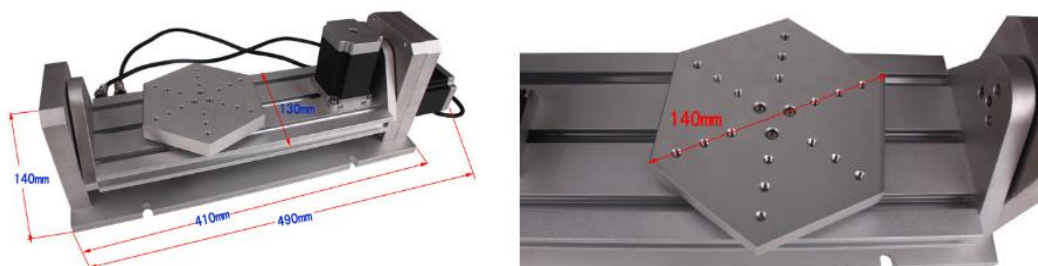
Figura 2-14. Sistema de refrigeración por agua



Fuente: (ZONE, 2010)

Como se observa en la figura las dimensiones de la mesa de trabajo son mínimas, por lo que en la máquina solo se pueden mecanizar piezas pequeñas.

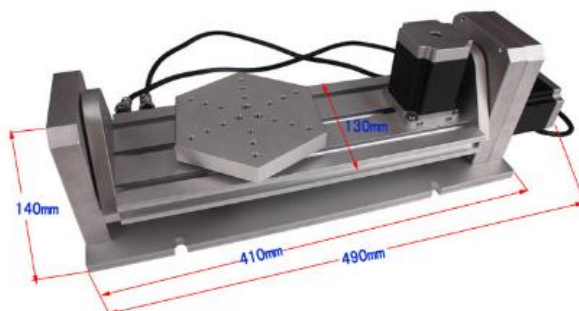
Figura 2-15. Mesa



Fuente: (ZONE, 2010)

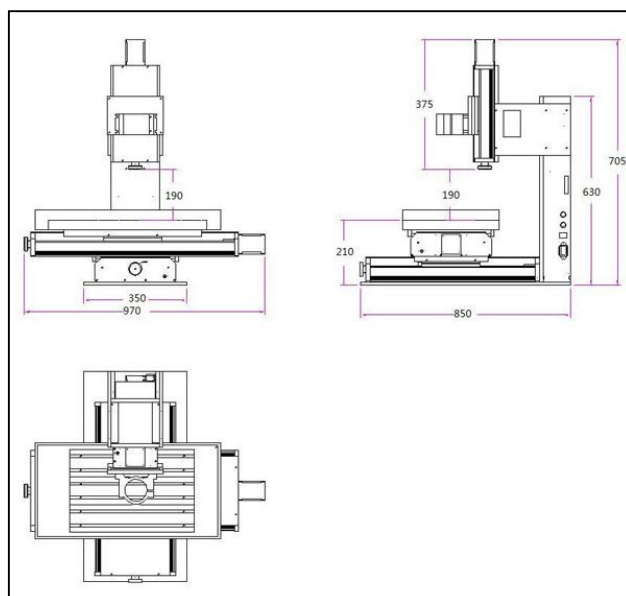
Los ejes de rotación A y B permiten mecanizar la pieza de trabajo desde cualquier dirección.

Figura 2-16. Ejes de rotación A y B



Fuente: (ZONE, 2010)

Figura 2-17. Dimensiones máquina CNC de 5 ejes



Fuente: (ZONE, 2010)

2.9.1 *Ventajas del Router CNC 5 ejes:*

- Bajo costo de adquisición.
- La máquina puede ser de control manual o CNC, el control manual es principalmente para fines de ajuste de movimiento del eje de mecanizado.
- Cuenta con una pequeña pantalla en la máquina para el control manual
- La interfaz del usuario es sencilla. Utiliza el software Mach3.
- Adecuado para madera, plástico, aluminio, latón y otros metales blandos.

2.9.2 *Desventajas del Router CNC 5 ejes*

- Es una máquina didáctica.
- No posee un óptimo flujo de virutas.
- La extracción de virutas no es hacia una caja colectora.
- Genera alto ruido.

2.10 **Tipos de máquinas CNC según el número de ejes.**

El número de ejes en una máquina CNC es lo que determina las posibilidades de movimiento de la máquina herramienta. Así, a mayor número de ejes, mayores posibilidades de movimiento o mayores grados de libertad. Es importante entender que, cuando se habla de ejes, se hace referencia a los ejes de un sistema cartesiano, (X, Y, Z,). (Mazak, 2018)

En este sentido, pueden clasificarse de la siguiente forma:

- **De tres ejes.-** Se trata de máquinas CNC con posibilidad de movimiento horizontal, vertical y oblicuo, este último, como resultado de la combinación de movimientos entre mesa, ménsula y husillo. Permiten un control sobre el movimiento relativo existente entre la máquina herramienta y la pieza, en cada uno de los tres ejes del sistema cartesiano.
- **De cuatro ejes.-** Las máquinas CNC tipo cuatro ejes, cumplen todas las funciones descritas en el tipo anterior: movimiento relativo entre pieza y herramienta, en los tres ejes.

Añade la posibilidad de control de giro de la pieza, sobre uno de los ejes, gracias a un plato giratorio o mecanismo divisor. De esta forma, este tipo de máquinas CNC está especialmente indicado a la hora de generar superficies labrando sobre patrones cilíndricos. Tal es el caso del labrado de ejes estriados o engranajes, por ejemplo.

- **De cinco ejes.-** Además de cumplir con todas las posibilidades de las descritas anteriormente; las máquinas CNC de cinco ejes cuentan con dos particularidades.

De una parte, permitir el control de giro de la pieza sobre dos de sus ejes. Uno de ellos perpendicular al husillo y el otro, paralelo (como en el caso de las de cuatro ejes, que se consigue por medio de un plato giratorio o mecanismo divisor).

De otra, permitir el giro de la pieza sobre un eje horizontal y que la herramienta pueda inclinarse alrededor de un eje, perpendicular al anterior. Las máquinas CNC de este tipo son las utilizadas para trabajos que requieren, como resultado, formas de elevada complejidad.

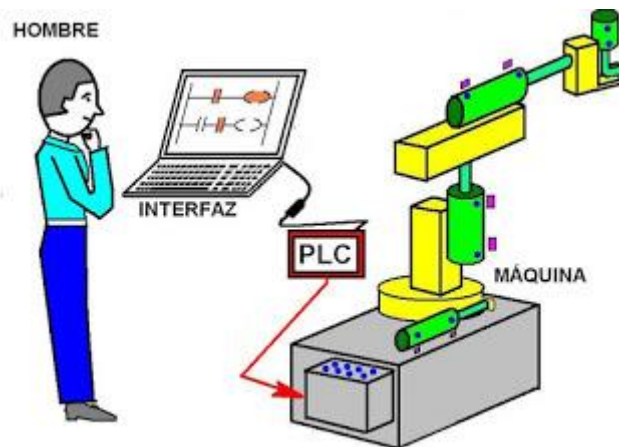
2.11 Interfaz hombre máquina

El interfaz hombre máquina también conocidas como HMI por sus siglas en inglés, Human Machine Interface, es el punto de acción en que un hombre entra en contacto con una máquina o dispositivo. (B., y otros, 2014)

Una interfaz hombre máquina consta de 2 componentes:

1. **Entrada:** Mediante la cual el usuario humano comunicara a la máquina que hacer, que quiere que ésta haga o configurarla en caso de ser necesario.
2. **Salida:** Mediante el cual la maquina mantendrá actualizado al usuario del Progreso de los comandos ejecutados, o permitirá al usuario ejecutar comandos en un espacio físico. El ejemplo más conocido es una pantalla para mostrar la información.

Figura 2-18. Interfaz hombre máquina



Fuente: (Vazquez, 2014)

2.12 *Software de diseño*

2.12.1 *Software de diseño CAD.*

Este tipo de software permite el diseño de elementos a través de un ordenador de manera interactiva y muy dinámica. Además permite ensamblar diferentes componentes para así ver las posibles interacciones entre ella, un programa de estas características nos permite realizar los planos del conjunto de la pieza de manera individual y llevarlos a producción. (Carman, 2014)

Este tipo de software se usa en mecánica para el diseño de maquinaria, en el campo de electricidad se usa para realizar esquemas de conexiones y en el campo civil se usa para el diseñar estructuras, hay otros campos en los que se usa pero estos son los más representativos. Entre los software de mayor uso tenemos: SolidWorks, AutoCAD, NX, entre otros.

2.12.2 *Software de diseño CAM*

El proceso de manufactura CAM comúnmente se refiere al uso de aplicaciones de software computacional de control numérico (NC) para crear instrucciones detalladas (G-code) que conducen las máquinas de herramientas para manufactura de partes controladas numéricamente por computadora (CNC).

Es importante tener en cuenta que el CAM solamente genera las trayectorias desde un punto de vista geométrico. Por lo que se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

Los sistemas de CAM no calculan los parámetros de mecanizado ni garantizan el correcto mecanizado de una pieza. La selección de parámetros de mecanizado se hace en base a datos de fabricantes herramientas, experiencia, bases de datos, etc.

El mecanizado de una pieza suele constar de varias operaciones. Éstas se dividen en operaciones de desbaste, semi acabado y acabado según su objetivo. (Mentxaka, 2011)

- **Desbaste.-** Se intenta maximizar la cantidad de material mecanizado y no se controlan las tolerancias ni la rugosidad.
- **Semi acabado.-** Se intenta dejar la superficie lo más uniforme posible, se deja una demasía de 0.2 a 0.5 mm y no se ejecuta siempre.
- **Acabado.-** El objetivo es dejar la pieza en tolerancias y con la rugosidad superficial exigida.

Figura 2-19. Operaciones del mecanizado



Fuente: (Mentxaka, 2011)

2.13 Sistemas CAD CAM

2.13.1 Sistema CAD

Diseño asistido por computadora o dibujo asistido por computadora (CAD) es un sistema que permite el diseño de objetos por computadora.

Este sistema nos ofrece múltiples ventajas como la interactividad y facilidad de crear nuevos diseños, además la posibilidad de simular el comportamiento del modelo antes de la construcción del prototipo, modificando si es necesario sus parámetros, también la generación de planos con sus respectivas vistas, detalles y secciones, y la posibilidad de conexión con un sistema de fabricación asistida por computadora para la mecanización automática de un prototipo. (Autodesk, 2018)

2.13.2 *Sistema CAM*

La manufactura asistida por computador (CAM, de computer-assisted manufacturing), implica el uso de ordenadores para ayudar en todas las fases de la manufactura de un producto, incluyendo la planeación de proceso y la producción, maquinado, programación de producción, administración y control de calidad.

Los sistemas CAM se fundamentan en el empleo de una serie de códigos numéricos, almacenados en archivos informáticos que controlan la programación de las tareas, implican la eliminación de los errores en la maniobrabilidad del operador y la consecuente reducción de los costos de mano de obra.

2.13.3 *CAD/CAM*

El CAD/CAM es un proceso utilizado para mejorar la manufactura, desarrollo y diseño de los productos, permite su rápida fabricación, precisión y la reducción de los costos.

Estos sistemas implican la fusión de los sistemas CAD y CAM, con el objetivo de aportar en la producción industrial de elementos mecánicos de las variadas formas y para diferentes aplicaciones.

2.14 **Control Numérico Computarizado (CNC)**

El término CNC se refiere al control numérico de máquinas, generalmente máquinas herramientas. Normalmente este tipo de control se ejerce a través de una computadora y la máquina está diseñada a fin de obedecer las instrucciones de un programa dado.

El CNC es una forma de automatización programable, obedece a una serie de instrucciones mediante líneas de código, que establecen todos los pasos a seguir, de acuerdo a la secuencia de operaciones del mecanizado, es apropiado para volúmenes de producción bajos o medios y piezas de forma no muy compleja ya que según forma de la pieza es la dificultad de la elaboración del programa, a veces el desarrollo de un programa podría llevar años. (G., y otros, 2017)

2.14.1 *Códigos Generales o Preparatorios.*

Son más conocidos como códigos G o lenguaje de programación G creados en principio para describir la geometría de la pieza de trabajo, si la pieza posee líneas rectas, arcos, etc. (CNC)

Tabla 2-1. Lista de códigos de movimiento

Código G	Función
0	Marcha rápida
1	Interpolación lineal
2	Interpolación circular en sentido horario
3	Interpolación circular en sentido anti-horario
4	Permanencia
8	Anular desaceleración modal desactivado
9	Anular desaceleración modal activado
12	Interpolación helicoidal CW
13	Interpolación helicoidal CCW
17	Selección del plano XY
18	Selección del plano XZ
19	Selección del plano YZ
22	Interpolación circular, entrada de redondeo CW
23	Interpolación circular, entrada de redondeo CCW
30	Imagen de espejo desactivado
31	Imagen de espejo en X activado
32	Imagen de espejo en Y activado
40	Compensación diámetro de la fresa desactivado
41	Compensación a izquierda de la fresa
42	Compensación a derecha de la fresa
44	Compensación de la fresa, velocidad de alimentación normal
45	Compensación de la fresa, velocidad de alimentación modificado
48	Redondeo en la esquinas en compensación de la fresa desactivado
49	Redondeo en la esquinas en compensación de la fresa activado
54	Compensación de la altura de la pieza
70	Entrada en pulgadas
71	Entrada en milímetros
72	Transformación desactivado
73	Transformación/rotación, escala
74	Entrada de círculo multi-cuadrante desactivado
75	Entrada de círculo multi-cuadrante activado
77	Ciclo de la fresa en zigzag
78	Ciclo de la fresa en pocket
79	Ciclo de la fresa en perforado

Tabla 2-1(continua). Lista de códigos de movimiento

80	Ciclo de taladrado desactivado
81	Ciclo Z, taladrado (alimentar, salida rápida)
82	Ciclo Z, punto de cara (alimentar, salida rápida)
83	Ciclo Z, agujero profundo (salida rápida)
84	Ciclo Z, golpear (alimentar, alimentar a cabo)
85	Ciclo Z, agujero (alimentar, alimentar a cabo)
86	Ciclo Z, agujero (alimentar, parada-espera, alimentar a cabo)

Fuente: (Tecnoedu, 2015)

Tabla 2-2. Lista de Códigos de preparatorias

Código G	Función
87	Ciclo Z, ruptura de la viruta (salida rápida)
89	Ciclo Z, agujero (alimentar, taladrar, alimentar a cabo)
90	Programación en coordenadas absolutas
91	Programación en coordenadas incrementales
92	Control de la programación del punto cero
94	Modo velocidad de avance por minuto
95	Modo velocidad por vueltas del husillo
96	Restaurar la base del programa del sistema de coordenada
97	Trabajo en conjunto del sistema de coordenadas
99	Anulación de desaceleración
170	Fresar marco exterior
171	Fresar marco interior
172	Fresar marco de bolsillo
173	Fresar cara exterior
174	Fresar cara interior
175	Fresar círculo exterior
176	Fresar círculo interior
177	Fresar círculo de bolsillo
179	Fresar ranura
180-189	Ciclo Z (similar a G81-G89) multi agujeros
191-199	Ciclo Z (similar a G81-G89) marco de agujeros

Fuente: (Tecnoedu, 2015)

Tabla 2-3. Encendido y reinicio del estado de los códigos G

Código G	Función
0	Marcha rápida
8	Anular desaceleración modal desactivado
17	Selección del plano XY
30	Imagen de espejo desactivado
40	Compensación diámetro de la fresa desactivado
45	Compensación de la fresa, velocidad de alimentación modificado
49	Redondeo en la esquinas en compensación de la fresa activado
70/71	Entrada en pulgadas o en milímetros
72	Transformación desactivado
75	Entrada de círculo multi-cuadrante activado
90	Programación en coordenadas absolutas
94	Modo velocidad de avance por minuto
96	Restaurar la base del programa del sistema de coordenada

Fuente: (Tecnoedu, 2015)

2.14.2 Códigos misceláneos.

Es una función auxiliar que se creó en principio para automatizar las funciones operativas, funciones que realizaría el operario como: prender el husillo, prender el refrigerante, prender el lubricante, realizar un cambio de herramientas, etc. donde las descripciones varían, muchos códigos requieren funciones "M" se refiere a "máquina".

Tabla 2-4. Códigos M

Código M	Función
M00	Parada opcional
M01	Parada opcional
M02	Reset del programa
M03	Hacer girar el husillo en sentido horario
M04	Hacer girar el husillo en sentido anti horario
M05	Frenar el husillo
M06	Cambiar de herramienta
M07	Abrir el paso del refrigerante B
M08	Abrir el paso del refrigerante A
M09	Cerrar el paso de los refrigerantes
M10	Abrir mordazas

Tabla 2-4(continua). Códigos M

M11	Cerrar mordazas
M13	Hacer girar el husillo en sentido horario y abrir el paso de refrigerante
M14	Hacer girar el husillo en sentido anti horario y abrir el paso de refrigerante
M30	Finalizar programa y poner el puntero de ejecución en su inicio
M31	Incrementar el contador de partes
M37	Frenar el husillo y abrir la guarda
M38	Abrir la guarda
M39	Cerrar la guarda
M40	Extender el alimentador de piezas
M41	Retraer el alimentador de piezas
M43	Avisar a la cinta transportadora que avance
M44	Avisar a la cinta transportadora que retroceda
M45	Avisar a la cinta transportadora que frene
M48	Inhabilitar Spindle y Feed override
M49	Cancelar M48
M62	Activar salida auxiliar 1
M63	Activar salida auxiliar 2
M64	Desactivar salida auxiliar 1
M65	Desactivar salida auxiliar 2
M66	Esperar hasta que la entrada 1 esté en ON
M67	Esperar hasta que la entrada 2 esté en ON
M70	Activar espejo en X
M76	Esperar hasta que la entrada 1 esté en OFF
M77	Esperar hasta que la entrada 2 esté en OFF
M80	Desactivar el espejo en X
M98	Llamada a subprograma
M99	Retorno de subprograma

Fuente: (Tecnoedu, 2015)

CAPÍTULO III

3 DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

3.1 Reseña histórica de la facultad de mecánica

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, inicia sus actividades académicas el día 2 de mayo de 1972 con las Escuelas de Ingeniería Zootécnica, Nutrición y Dietética e Ingeniería Mecánica.

El 29 de octubre de 1973 se realiza el cambio de Instituto Tecnológico Superior de Chimborazo por Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH, de acuerdo a la ley 1223 publicada en el registro Nro. 425, en noviembre de dicho año. En 1980 se denomina Facultad de Ingeniería Mecánica; la cual poseía las carreras de: Ingeniería mecánica, Tecnología mecánica y Tecnología en mantenimiento industrial.

En el transcurrir de los años la Facultad de mecánica va evolucionando y el 7 de septiembre de 1995, se crea las Carreras de Ingeniería de Ejecución en Mecánica y de Ingeniería de Mantenimiento Industrial, mediante resoluciones 200 y 200a, del H. C. P

En aquellos años todas las carreras utilizaban los talleres, laboratorios y aulas de manera compartida y obtener la mejor preparación en cuanto al área técnica y tecnológica; hoy en día las Escuelas de la Facultad de Mecánica de alguna manera comparten varios laboratorios y en especial los talleres.

3.2 Descripción de la facultad de mecánica.

La Escuela Superior Politécnica de Chimborazo al momento consta de siete facultades de las cuales una de ellas es la facultad de mecánica, cuya función específica es la de crear profesionales capaces y competentes a través del aprendizaje teórico - práctico de ciencias técnicas de la ingeniería, los mismos que serán un aporte fundamental en el desarrollo socio-económico del país, es por ello que la facultad de mecánica con el objetivo de cumplir con estos propósitos crea una misión y se plantea metas y objetivos mediante la visión, mismas que se describen a continuación:

3.2.1 *Misión:*

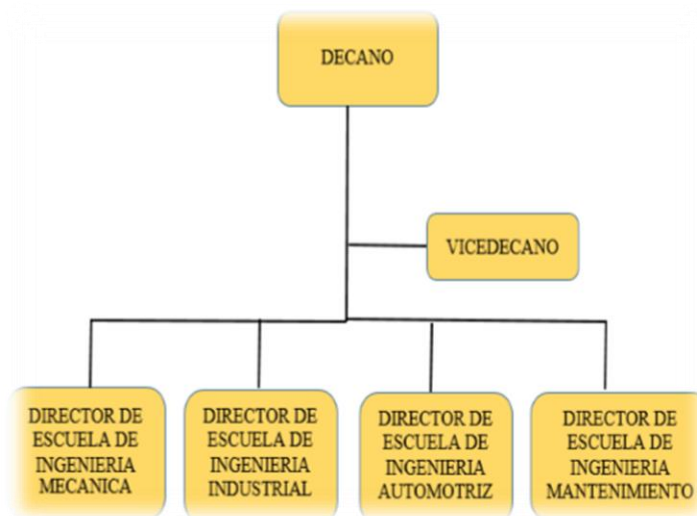
“Apoyar en la gestión académica y de producción de bienes y servicios especializados en las Escuelas de a las Escuelas de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Industrial, Ingeniería de Mantenimiento e Ingeniería Automotriz”.

3.2.2 *Visión:*

“Ser una unidad productiva eficiente y ágil, cuyo servicio sea de calidad de tal forma que demuestre el profesionalismo de los politécnicos y aporte significativamente al desarrollo de la actividad investigativa y productiva de la Facultad de Mecánica, para lograr el reconocimiento social”

3.2.3 *Estructura organizacional de la facultad de mecánica.*

Figura 3-1. Estructura organizacional de la facultad de mecánica.



Fuente: (Buenaño, 2017)

3.3 Descripción del estado actual del taller de CAD CAM

El taller de CAD-CAM de la facultad de mecánica de la ESPOCH, es de gran relevancia en la formación académica que la institución proporciona a sus estudiantes, considerando que la tecnología que su maquinaria emplea para su funcionamiento es de última generación en cuanto a lo concerniente a procesos de manufactura asistidos por computadora, misma que

ha tenido gran impacto en la industria, justificando así la inserción de este contenido académico en la formación de los profesionales de la ESPOCH.

Actualmente el taller es completamente diferente a lo que era hace tan solo dos años atrás, puesto a que, en este corto período de tiempo, ha incrementado significativamente el número de máquinas de las que el taller dispone, además de algunas modificaciones en su cimentación, con el fin de ajustarse a las exigencias respectivas de instalación para las máquinas que ha adquirido. Mediante las recientes implementaciones en maquinaria el taller ha logrado mejorar significativamente la oferta de servicio CAM dentro del taller.

3.3.1 *Gestión.*

Cabe destacar que no toda la maquinaria presente en el taller de CAD/CAM es de reciente adquisición, por lo que se puede evidenciar el deterioro en algunas de ellas por la falta de procedimientos de operación y mantenimiento establecidos, y es aquí donde se resalta nuevamente la importancia de su creación, pues la maquinaria presente en el taller, no es de fácil sustitución en caso de averías por su elevado costo de adquisición.

3.3.2 *Grado de utilización de la maquinaria del taller de CAD-CAM*

Actualmente la maquinaria del taller de CAD-CAM ha iniciado con las prácticas estudiantiles en la cátedra de CAD-CAM de las carreras de Ingeniería Mecánica, Ingeniería Industrial e Ingeniería Automotriz, inclusive máquinas de cuatro y cinco ejes han entrado en funcionamiento. Con lo cual se incursionará en investigación y vinculación.

Quienes darán una mayor utilidad al taller, serán aquellos estudiantes que se encuentren cursando la materia de CAD-CAM, pues es en este taller donde reforzarán todos los conocimientos adquiridos previamente en las aulas. También se debe considerar que el taller también es utilizado para fines de investigación, en proyectos de titulación, en cursos y seminarios que la politécnica oferte.

3.3.3 *Situación actual del taller de CAD-CAM.*

En la actualidad el taller cuenta con un plan de mantenimiento programado para un determinado número de máquinas, entre ellas la máquina de electroerosión y la prensa excéntrica.

En el presente proyecto se incorporará los manuales de operación para la máquina de electroerosión, la prensa excéntrica y la máquina fresadora Router CNC 5 Ejes HY-3040 China Mini, además en esta máquina se incorporará el manual de mantenimiento.

3.4 Situación actual de las máquinas.

3.4.1 *Máquina de electroerosión*

Es la única máquina de electroerosión con la que cuenta el taller, la cual para entrar en operación necesita una alimentación de 380 VAC, 8,7A, y una frecuencia de 50/60Hz, corriente máxima de salida 30A.

Figura 3-2. Máquina de electroerosión



Fuente: Taller de CAD-CAM

3.4.2 *Maquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini*

La máquina se le hace trabajar con un computador esclavo que cumple la función de cerebro y es la que envía los códigos a la máquina para el trabajo.

Esta máquina es impulsada por motores paso a paso, los cuales son dispositivos electromecánicos que convierten una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos.

Figura 3-3.Fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini



Fuente: Taller de CAD-CAM

3.4.3 *Prensa de excéntrica*

Es una máquina la cual para entrar en operación necesita una alimentación de 220 VAC, 16A, y una frecuencia de 60Hz.

Figura 3-4. Prensa excéntrica



Fuente: Taller de CAD-CAM

3.5 Condiciones de uso y manipulación

Las recomendaciones prácticas del presente documento están destinadas a los responsables de la utilización de la máquina de electroerosión, la prensa excéntrica y la

máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY 3040 China Mini disponibles en el taller de CAD CAM de la facultad de mecánica.

Con este trabajo se tiene por objeto orientar a aquellas personas que participan en la utilización de la maquinaria en el lugar de trabajo y ayudar en la correcta manipulación de estos equipos.

Las condiciones correctas de manipulación de maquinaria y equipos se basan en los documentos: “Condiciones de Trabajo PYMES”; y de “Cuestionario de Empresa Segura”

Tabla 3-1. Condiciones de uso y manipulación

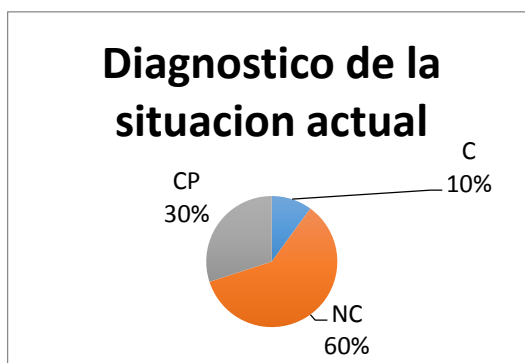
No	Condiciones	Cumple	No cumple	Cumple parcialmente
1	El taller de CAD-CAM genera, aplica y revisa periódicamente una normativa coherente en materia de seguridad en el uso de la maquinaria.		X	
2	Especifica las calificaciones de las personas que, por razones de seguridad y conocimiento, están autorizados a usar una maquinaria.		X	
3	Disponen de recursos humanos y económicos suficientes para cumplir con sus responsabilidades			X
4	Esta determinado los posibles usos de la maquinaria, y los materiales de fabricación.			X

Tabla 3-1(continua). Condiciones de uso y manipulación

5	Las maquinas poseen algún documento como instructivo de prácticas, para su uso seguro.		X	
6	Las maquinas tienen un manual de uso de forma escrita.		X	
7	Las maquinas poseen instrucciones de mantenimiento.			X
8	Instructivo de transporte, manipulación y almacenamiento se realicen en óptimas condiciones		X	
9	Características técnicas de las piezas de recambio que deben utilizarse	X		
10	Las maquinas llevan instrucciones de uso en el idioma, o idiomas, del país o en el que se pone en servicio, propias del proveedor de la maquinaria		X	
	TOTAL	1	6	3

Fuente: Taller de CAD-CAM

Gráfico 3-1.Diagnóstico de la situación actual



Fuente: Autor

En el cuadro de porcentajes se puede apreciar que el taller de CAD-CAM cumple parcialmente con lo relacionado al mantenimiento de la maquinaria, pero no posee un manual o instructivo para la realización de prácticas en la máquina de electroerosión, la prensa de excéntrica y la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY 3040 China Mini.

Se determinó que es necesario elaborar un “manual de operaciones para la máquina de electroerosión, la prensa excéntrica y la maquina fresadora Router CNC 5 ejes HY 3040 del taller de CAD-CAM de la facultad de mecánica, además para el Router CNC 5 ejes se elaborara el manual de mantenimiento ya que las otras dos máquinas están dentro de un plan de mantenimiento programado.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del presente proyecto técnico están enmarcados bajo ciertos criterios de valoración para cada una de las guías técnicas acerca de la operación básica de la máquina de electroerosión, la prensa excéntrica y la maquina fresadora Router CNC 5 ejes HY 3040 China Mini del taller de CAD-CAM de la facultad de mecánica.

Lo que permite realizar una discusión que tiene por objeto medir la evolución del aprendizaje de los estudiantes que hagan uso de las máquinas.

A continuación se presenta una tabla que formula los criterios de valoración de los resultados obtenidos, a partir de la ejecución de las prácticas a realizadas:

Tabla 4-1. Condiciones de uso y manipulación

No.	Guía practica	Criterios para la discusión
1	Introducción a la maquinaria y especificaciones técnicas.	Grado de conocimiento del estudiante sobre las características técnicas de la máquina de electroerosión, la prensa excéntrica y la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY 3040 China Mini
2	Operación y funcionamiento de la máquina de electroerosión, la prensa excéntrica y la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY 3040 China Mini	Capacidad del estudiante de conocer los tipos de operaciones, el modo de funcionamiento, la colocación de la herramienta de trabajo, la determinación del cero pieza y la colocación de la pieza a mecanizar en la máquina de electroerosión, la prensa excéntrica y la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY 3040 China Mini.

Fuente: Autor

4.1 Manual de Operaciones de la máquina fresadora Router CNC 5 ejes

Este manual contiene información general sobre la máquina, además sobre el software match 3 que es la interfaz del usuario.

La información presentada a continuación es una guía para la mecanización de piezas usando ejemplos e ilustraciones

**MANUAL DE OPERACIONES BÁSICAS DE
LA MAQUINA FRESADORA ROUTER CNC 5
EJES HY-3040 CHINA MINI.**

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



GUÍA PRÁCTICA No.1

4.1.1 *Guía Práctica No.1*

4.1.2 *Tema.*

- Introducción, partes principales, especificaciones técnicas y seguridades de la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini.

4.1.3 *Nómina de estudiantes.*

Tabla 4-2. Nómina de estudiantes

Código	Cédula	Apellidos y Nombres

Fuente: Autor

4.1.4 *Objetivo General.*

- Conocer sobre las características y especificaciones técnicas de la máquina fresadora Router CNC 5 ejes *HY-3040* China Mini.

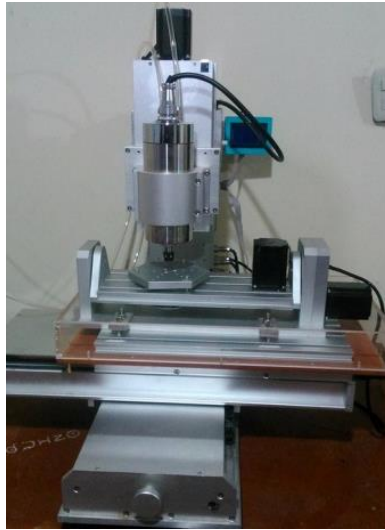
4.1.5 **Objetivos Específicos**

- Establecer las normas de seguridad básicas para la operación de la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini.
- Identificar las partes principales.
- Familiarizarse con las características técnicas.
- Describir las herramientas de corte, las de sujeción de cortadores y de las piezas.

4.1.6 *Equipos y herramientas*

Para la realización de esta práctica se utilizara la máquina Fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini, donde se determinara sus características y especificaciones técnicas.

Figura 4-1. Fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini.



Fuente: Autor

4.1.7 *Marco teórico*

Normas de seguridad.

Con el objeto de asegurar la integridad física de los estudiantes y personas que manipulen la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China mini, se requieren seguir ciertas recomendaciones para disminuir los riesgos asociados al funcionamiento de la máquina. Se debe dar prioridad a la prevención intrínseca, la misma que consiste en evitar al máximo la existencia de peligros o bien reducir los riesgos asociados a los peligros cambiando características de diseño o funcionales sin utilizar resguardos ni dispositivos de protección.

Medidas de prevención generales

- Familiarizarse con las reglas de seguridad y practicarlas.
- Comunicar a las demás personas que ingresen al taller sobre las acciones o comportamientos que les pueda poner en peligro.
- Evitar salientes y aristas punzantes o cortantes en la operaciones de mecanizado.
- Emplear materiales idóneos a las condiciones de aplicación.
- Usar tecnologías y fuentes de alimentación seguras (bajas tensiones, fluidos no tóxicos o inflamables, etc.).
- Emplear formas de mando idóneos para reglaje o ajuste.

- No tocar ningún interruptor o botón con las manos mojadas.
- Mantener limpio el piso circundante al área de trabajo.
- Colocar las herramientas en sus lugares respectivos luego de ser utilizadas.

Medidas de protección

No se deberá utilizar la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini en las siguientes condiciones:

- Si existe alguna conexión insegura, partes de la máquina desajustadas o algún otro elemento que pueda perjudicar al operador.
- Si el sistema de refrigeración no está instalado correctamente.
- Si aún no está realizada correctamente la configuración de los controles de la máquina.

Equipo de protección individual

- Es indispensable el uso del mandil u overol de trabajo.
- Usar gafas de seguridad.

3M Solus

Las gafas Solus combinan un moderno diseño y tecnología óptima, con patillas de interior acolchado, que aumenta la comodidad y protección, sin distorsionar el campo visual.

Especialmente diseñada para mejorar la compatibilidad con otros EPIS

Figura 4-2. Jafas Solus



Fuente: Autor

- El calzado debe ser de seguridad, con la punta reforzada.

- Utilizar gorro para los que tengan el pelo largo, quedando prohibido el uso de corbatas, bufandas, pulseras, collares, anillos, etc.
- Colocarse guantes que permitan una buena maniobrabilidad de las articulaciones de las manos.

Guante de Protección 3M G643

El guante de protección 3M™ G643 está diseñado para ofrecer protección general. Se encuentra confeccionado en algodón interlock con cobertura completa en nitrilo liviano (palma, dedos y dorso de la mano).

Normas y Aprobaciones

Categoría II: Riesgo Intermedio Nivel 5 de destreza según norma EN 420:2003 + A1:2009

Figura 4-3. Guante de Protección 3M G643



Fuente: Autor

Maquina fresadora Router CNC

Máquina fresadora CNC de sobremesa de 5 ejes con microcomputadora de alta velocidad integrada. Diseñada para trabajar con piezas de diferentes materiales: acero, cobre, madera, plástico, tableros MDF, PVC, madera contrachapada, etc. Mandril de 2200 W de potencia refrigerado por el agua. (ZONE, 2010)

Esta máquina está disponible en el laboratorio de CAD-CAM de la facultad de mecánica y tiene la capacidad de ejecutar varias funciones entre las que destacan las siguientes: mecanizado de superficies, de contornos, circular, taladrado, entre otras.

Figura 4-4. Máquina fresadora Router CNC



Fuente: Autor

Las características principales de la máquina son:

- Chip de control inteligente del microordenador de alta velocidad integrado, puede estar equipado con un monitor LCD externo con las manos, puede seguir simultáneamente la grabación digital de datos de la computadora y manejar el control de datos móviles.
- Puede completar automáticamente el eje XYZ o eje Z del cuchillo, sin complicados de control de operación de programas informáticos.
- Max 5A actual motor paso a paso, de ocho velocidades ajustables.
- Hasta 16 segmentos, mayor exactitud, funcionan mejor.
- Función de sobrecarga, control semiautomático de caudal, protege completamente su equipo y los periféricos.
- Constante del motor impulsor del interruptor de corriente bipolar de baja velocidad.
- Aislamiento óptico cerrado, procesamiento de señales de dos etapas, y protege plenamente sus ordenadores y dispositivos.

Para el diseño de las piezas se puede utilizar el software NX, la interfaz del usuario es sencilla, utiliza el software Mach3 para la transferencia de las instrucciones codificadas.

La máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini tiene por objeto servir como instrumento didáctico para la formación profesional de los estudiantes de la facultad de mecánica en la asignatura de CAD/CAM.

Herramientas de corte

Las herramientas de corte sufren altas temperaturas y grandes esfuerzos mecánicos por lo que los principales requisitos de las herramientas de corte son:

- Alta resistencia al desgaste.
- Alta estabilidad física y química a alta temperatura.
- Alta resistencia a la fractura frágil.

No es posible conseguir todas las cualidades a la vez y es necesario llegar a soluciones de compromiso.

Herramientas de acero rápido HSS

- Muy utilizado en la actualidad.
- Son aceros con alto contenido en carbono con adiciones considerables de elementos de aleación tales como W, Mo, Cr, V y Co.
- Existe una gran cantidad de aceros rápidos, según sus elementos de aleación y los tratamientos térmicos que sufren.
- Dado que es un material de relativo bajo coste, se emplea para herramientas enterizas.

Herramientas de metal duro (HM, Hard Metal)

Uno de los materiales que más se utiliza junto con el HSS. Cada año crece su utilización.

- El metal duro es una mezcla de carburo de tungsteno y cobalto (CW+Co).
- A medida que crece su contenido en cobalto, más tenaz es la herramienta.
- Muchas herramientas de metal duro están recubiertas por otros materiales para dar unas propiedades añadidas.
- Casi todas las herramientas de plaquitas son de metal duro.

- También se utilizan herramientas de acero rápido recubiertas.

Herramientas de cerámicas

- Las cerámicas son materiales muy duros, pero que mantienen cierta tenacidad.
- Se suelen utilizar para mecanizado de alta producción en condiciones de corte muy estables.
- Un ejemplo es el torneado de discos de freno de automóvil.

Herramientas de diamante

- Por su gran dureza es el material más resistente al desgaste, pero presenta el inconveniente de que a la vez es frágil, por ello su empleo se limita a mecanizado de corte continuo y con poca profundidad de pasada, además para su conservación no admite que exista vibración en las máquinas.
- Su campo de aplicación se rige al mecanizado de materiales muy abrasivos, bronces, aleaciones de aluminio, ebonita, cartón comprimido, entre otros.

4.1.8 *Procedimientos e instrucciones.*

La práctica tiene como finalidad inducir a los estudiantes en el reconocimiento de las características de la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini por lo que es necesario describir las funciones de las partes principales.

Tabla 4-3. Símbolos empleados para los controles principales






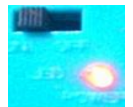

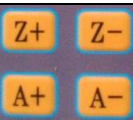
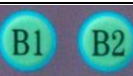

	<p>Power On (encender): Pulse para encender la maquina</p> <p>Power Off (encender): Pulse para apagar la maquina</p>
Símbolo	Controles del panel del husillo
	<p>Gire para establecer el número de revoluciones por minuto que va a girar el husillo.</p>

Tabla 4 3(continua). Símbolos empleados para los controles principales

	Pulse para encender el husillo.
	Pulse para cambiar de sentido el giro del husillo
	Pulse para detener el giro del husillo
Simbolo	Control manual
	Enciende y apaga el control manual.
	Pulse para generar movimientos lineales de los ejes X e Y, además para determinar el cero pieza.
	Pulse para generar movimientos lineales del eje Z y giratorios del eje A, además para determinar el cero pieza.
	Pulse para generar movimientos giratorios del eje B, además para determinar el cero pieza.
	Pantalla de visualización

Fuente: Autor

Las características técnicas principales de la máquina son:

Tabla 4-4. Características técnicas de la máquina CNC de 5 ejes


HY-6040 DIY 5 Router del CNC del eje para la venta	
Dimensión del producto	715(H)*700(L)*610(W) mm
Área de trabajo efectiva	600*400*150mm
Tornillo de bolas de precisión	1605
Material de riel XYZ	Eje de cromo duro
Diámetro del carril XY	20mm
Diámetro del carril Z	16mm
Par de torsión del eje XYZ	57*78 250 OZ/IN (2.2N/CM)
4° y 5°	57*56
4ª y 5ª relación de transmisión	1:6

Tabla 4-4. Características técnicas de la máquina CNC de 5 ejes

Repetir la precisión de posicionamiento	0.01mm
Precisión de trabajo	0.02mm
Velocidad de procesamiento	0-4000 mm/min
Velocidad de rotación del eje B del eje A	0-180 rpm/min
Carga máxima de la tabla XY	50kg
XY + A + B tabla de ejes máxima carga	15kg
Material de puerta trasera	Acero inoxidable
Fuente de alimentación conmutada	Integrado 24V 350W
Potencia del husillo	1500W / 2200W husillo de frecuencia refrigerado por agua
Potencia de entrada	Fuente de alimentación 220V / 110V
Corriente de salida	Accionamiento 4,5A (pico 5A)
Tamaño del collar	3 / 3.175 / 6mm si la necesidad otros cambian primero en ER11
Bomba de agua de alta eficiencia	55W, 46.6L /Min
Motor principal	57 * 78 motores paso a paso (bifásico de 4 hilos)
Material de grabado	Metal, latón, acrílico, madera, aluminio, acero inoxidable (Dureza menor que 45 grados)
Sistema informático de apoyo	Windows XP
Cómo conectarse con la computadora	Puerto paralelo de 25 pines
Software	MACH3 3.04
Peso neto	70kg
Embalaje	Wooden box
Embalaje exterior	88*96*92 (cm)
Peso	149kg

Fuente: (ZONE, 2010)

Tabla 4-5. Partes principales del Router CNC 5 ejes hy-3040 china mini

	
N	Denominación
1	Eje Z velocidad 2m/min, velocidad del motor 1000 RPM
2	Pantalla
3	Panel de control del husillo
4	Eje X velocidad 4m/min, velocidad del motor 1000 RPM
5	Control Manual
6	Sistema de Lubricación
7	Eje B velocidad 200 RPM, velocidad del motor 1000 RPM
8	Eje A velocidad 200 RPM, velocidad del motor 1000 RPM
9	Eje Y velocidad 4m/min, , velocidad del motor 1000 RPM

Fuente: Autor

Operación de la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini.

- Leer y comprender el manual antes de poner en marcha y operar la máquina.
- Montar correctamente la fresa en el husillo.
- Comprobar que la pieza de trabajo y la herramienta estén sujetadas correctamente.
- Asegurar el correcto sentido de giro de la herramienta.

- Advertir de que nadie active el husillo mientras se realiza el montaje de la pieza a mecanizar.
- Verificar de que esté bien realizado el cero pieza.
- Tomar una posición que favorezca el accionamiento del paro de emergencia.
- Vigilar el desarrollo de los procesos de mecanizado mientras la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini se encuentra en operación.
- Inmediatamente después de encender máquina fresadora Roter CNC 5 ejes HY-3040 China Mini, no tocar ninguna de las teclas del panel de control excepto se necesite detener el husillo.
- Verificar que nadie se encuentre cerca de las piezas de la máquina y que no existan obstáculos alrededor antes de iniciar la operación.
- No acercarse ni tocar ninguna pieza en movimiento de la máquina durante la operación.
- No retirar las virutas con la mano, debe realizarlo con una brocha.
- El botón de parada de emergencia sólo podría utilizarse cuando es absolutamente necesario el cese inmediato de todo movimiento o bien cuando la seguridad se ve amenazada en el uso normal del botón de espera.

4.1.9 ***Conclusiones y recomendaciones.***

- Se determinaron las características y especificaciones técnicas de la máquina fresadora Router CNC 5 ejes *HY-3040* China Mini.
- Se identificó con claridad sus partes principales.
- Se recomienda utilizar los equipos de protección personal.
- Se recomienda seguir las normas de seguridad establecidas.

Estructura del informe:

- Tema.
- Nómina de estudiantes.
- Objetivos de la práctica.
- Equipos y herramientas.
- Marco teórico.
- Procedimientos e instrucciones.
- Conclusiones y recomendaciones.

MANUAL DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINA FRESADORA ROUTER CNC 5 EJES HY-3040 CHINA MINI.

- Engrasar las guías de cada uno de los ejes para que el desplazamiento no sea forzado antes y después de la utilización de la máquina.
- Después de cada práctica retirar cada una de sus partes con cuidado y limpiar para esto se utilizara una brocha.
- Las partes de la maquina deben ser retiradas cuidadosamente para no causar daño a los cables que conectan con los motores de cada eje.
- Cambiar el agua que se utiliza como refrigerante si los periodos de trabajo no son continuos.
- Antes de cargar un programa verificar que la configuración de movimiento de los ejes este realizado correctamente.

Figura 4-5. Fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040



Fuente: Autor

**MANUAL DE OPERACIONES BÁSICAS DE
LA MAQUINA FRESADORA ROUTER CNC 5
EJES HY-3040 CHINA MINI.**

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



GUÍA PRÁCTICA No.2

4.2 *Guía Práctica No.2*

4.2.1 *Tema.*

- Operación y funcionamiento de la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini.

4.2.2 *Nómina de estudiantes*

Tabla 4-6. Nómina de estudiantes

Código	Cédula	Apellidos y Nombres

Fuente: Autor

4.2.3 *Objetivo General.*

- Establecer el modo de operación y funcionamiento de la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini.

4.2.4 *Objetivos Específicos*

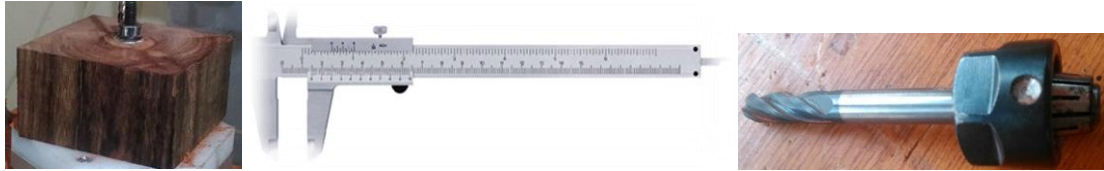
- Describir el modo de sujeción de la pieza a mecanizar y la herramienta de corte.
- Encender la máquina y definir el cero pieza.
- Operar la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini, mediante el software match 3.
- Realizar el logotipo de la ESPOCH
- Realizar la etapa de desbaste de un impeller.

4.2.5 *Equipos y herramientas*

- Máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY-3040 China Mini.
- Herramientas de sujeción de piezas.
- Instrumentos de medición (calibrador)

- Pieza de grafito y madera a mecanizar.
- Herramientas de corte.

Figura 4-6. Equipos y herramientas



Fuente: Autor

4.2.6 *Marco teórico*

Normas de seguridad

Se cumplirán estrictamente las normas de seguridad indicadas en la guía práctica No.1 “Introducción, partes principales, especificaciones técnicas y seguridades de la máquina fresadora Router CNC 5 ejes HY 3040 China Mini, en lo correspondiente a las medidas de prevención generales, a las medidas de protección, al equipo de protección personal, y la operación de la máquina.

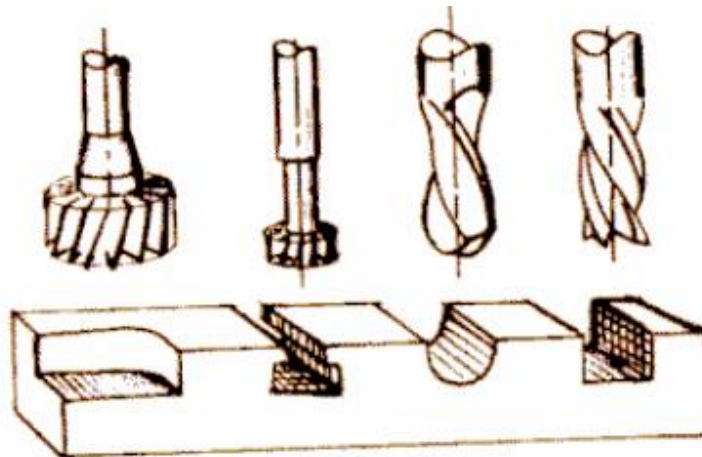
Herramientas de corte

Un instrumento de corte es el elemento utilizado para extraer material de una pieza cuando se quiere llevar a cabo un proceso de mecanizado. Hay muchos tipos para cada máquina, pero todas se basan en un proceso de arranque de viruta.

Mediante el uso de esta herramientas podemos realizar operaciones de fresado de superficies de las más variadas formas.

- Planas
- Cóncavas
- Convexas
- Combinadas
- Ranuradas
- Engranajes
- Hélices.

Figura 4-7.Herramientas y forma generada de la pieza



Fuente: (Produccion, 2007)

Para seleccionar la herramienta de corte que vamos a utilizar en el mecanizado se ha considerado los siguientes aspectos: diámetro exterior, el número de dientes, el sistema de fijación de la fresa en la máquina, las operaciones de fresado y el material de la herramienta.

Tomando en cuenta todos esos criterios se ha determinado que la herramienta de corte que vamos a utilizar es una Fresa Plana HSS de Ø 6 mm y número de dientes 4.

Figura 4-8. Herramienta de Corte



Fuente: Autor

Velocidad de corte

Se define como velocidad de corte la velocidad lineal de la periferia de la fresa u otra herramienta que se utilice en el fresado. La velocidad de corte, que se expresa en metros por minuto (m/min), tiene que ser elegida antes de iniciar el mecanizado y su valor adecuado depende de muchos factores, especialmente de la calidad y tipo de fresa que se utilice, de la dureza y la maquinabilidad que tenga el material que se mecanice y de la velocidad de avance empleada. (KRAR, y otros, 2002)

A partir de la determinación de la velocidad de corte se puede determinar las revoluciones por minuto que tendrá el husillo portaherramientas según la siguiente fórmula:

$$N = \frac{V_c \times 1000}{\pi \cdot \varnothing} \quad (1)$$

N = Velocidad de giro de la fresa [rpm].

V_c = Velocidad de corte [m/min].

Ø = Diámetro de la fresa [mm].

Una velocidad de corte excesiva puede dar lugar a:

- Un desgaste muy rápido del filo de corte de la herramienta,
- Deformación plástica del filo de corte con pérdida de tolerancia del mecanizado
- Una calidad del mecanizado deficiente.

Una velocidad de corte demasiado baja puede dar lugar a:

- La formación de filo de aportación en la herramienta.
- Dificultades en la evacuación de viruta.
- Aumento del tiempo de mecanizado, lo cual se traduce en una baja productividad y un coste elevado del mecanizado.

Tabla 4-7. Velocidades de corte de la máquina fresadora

Material	Fresa de acero de alta velocidad (HSS)		Fresa de carburo	
	pie/min	m/min	pie/min	m/min
Acero Aleado	40-70	12-20	150-250	45-75
Aluminio, Madera	500-1000	150-300	1000-2000	300-600
Bronce	65-120	20-35	200-400	60-120
Hierro Fundido	50-80	15-25	125-200	40-60
Acero de Maquinado Libre	100-150	30-45	400-600	120-180
Acero para Maquinaria	70-100	21-30	150-250	45-75
Acero Inoxidable	30-80	10-25	100-300	30-90
Acero para Herramienta	60-70	18-20	125-200	40-60

Fuente: (KRAR, y otros, 2002)

De la tabla 4-7 podemos obtener la velocidad de corte de la máquina para una herramienta HSS y el material a mecanizar es madera, obteniendo el resultado de 150 a 300 m/min.

La fórmula para la velocidad de corte de la fresa es la siguiente:

$$N = \frac{V_c \times 1000}{\pi \cdot \varnothing} \quad (1)$$

N = Velocidad de giro de la fresa [rpm].

V_c = Velocidad de corte [m/min].

Ø = Diámetro de la fresa [mm].

Cálculo la velocidad de corte para una fresa plana HSS de Ø 6 mm

Figura 4-9. Fresa plana HSS de Ø6 mm



Fuente: Autor

Datos:

V_c = 200 m/min (por seguridad escogimos un valor no muy alto de la tabla 10)

Ø = 6 mm

$$\begin{aligned} N &= \frac{V_c \times 1000}{\pi \cdot \varnothing} \\ N &= \frac{200 \times 1000}{\pi \cdot 6} \\ N &= 10.610 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Avance.

Es la velocidad que se mueve la pieza hacia la fresa giratoria y puede definirse como la distancia por minuto, porque es independiente a la velocidad del husillo. La velocidad de avance depende de una variedad de factores que influyen al momento de realizar el proceso de fresado y estos son:

- El material de la pieza de trabajo.
- El diseño o tipo de fresa.
- La resistencia de la pieza de trabajo.
- El afilado de la fresa.
- La profundidad y ancho del corte.
- El tipo de acabado y precisión necesarios.

Tabla 4-8. Avance por diente recomendado (fresas de alta velocidad)

Material	Fresas de careado o refrentar		Fresas helicoidales		Fresas de ranurado y de corte lateral		Fresas frontales		Cortadores de formado de relieve		Sierras circulares	
	Pulg	mm	pulg	Mm	Pulg	Mm	pulg	mm	pulg	Mm	pulg	mm
Acero Aleado	.006	0,15	.005	0,12	.004	0,10	.003	0,07	.002	0,05	.002	0,05
Aluminio	.022	0,55	.018	0,45	.013	0,33	.011	0,28	.007	0,18	.005	0,13
Latón y Bronce (medio)	.014	0,35	.011	0,28	.008	0,20	.007	0,18	.004	0,10	.003	0,08
Hierro Fundido (medio)	.013	0,33	.010	0,25	.007	0,18	.007	0,18	.004	0,10	.003	0,08
Acero de maquinado libre	.012	0,30	.010	0,25	.007	0,17	.006	0,15	.004	0,10	.003	0,07
Acero para maquinaria	.012	0,30	.010	0,25	.007	0,18	.006	0,15	.004	0,10	.003	0,08
Acero inoxidable	.006	0,15	.005	0,13	.004	0,10	.003	0,08	.002	0,05	.002	0,05
Acero para herramienta (medio)	.010	0,25	.008	0,20	.006	0,15	.005	0,13	.003	0,08	.003	0,08

Fuente: (KRAR, y otros, 2002)

Tabla 4-9. Avance recomendado por diente (fresas de carburo cementado)

Avance recomendado por diente (fresas de carburo cementado)												
Material	Fresas de refrentar		Fresas helicoidales		Fresas de ranurado y de corte lateral		Fresas frontales		Cortadores de formado de relieves		Sierras circulares	
	pulg	mm	Pulg	Mm	Pulg	Mm	Pulg	mm	pulg	Mm	pulg	mm
Aluminio	.020	0,50	.016	0,40	.012	0,30	.010	0,25	.006	0,15	.005	0,13
Latón y bronce (medio)	.012	0,30	.010	0,25	.007	0,18	.006	0,15	.004	0,10	.003	0,08
Hierro fundido (medio)	.016	0,40	.013	0,33	.010	0,25	.008	0,20	.005	0,13	.004	0,10
Acero para maquinaria	.016	0,40	.013	0,33	.009	0,23	.008	0,20	.005	0,13	.004	0,10
Acero inoxidable	.010	0,25	.008	0,20	.006	0,15	.005	0,13	.003	0,08	.003	0,08
Acero para herramienta (medio)	.014	0,35	.011	0,28	.008	0,20	.007	0,18	.004	0,10	.004	0,10

Fuente: (KRAR, y otros, 2002)

La fórmula para el cálculo de la velocidad de avance es:

$$Avance = f \times a \times N \quad (2)$$

f = Número de dientes de la fresa.

a = Viruta o avance por diente [mm].

N = Velocidad de giro de la fresa [rpm].

Cálculo del avance para una fresa plana HSS de Ø6 mm

Figura 4-10. Fresa Plana HSS de Ø6 mm y número de dientes 4



Fuente: Autor

Datos:

N = 10.610 rpm (valor encontrado anteriormente)

$$f = 4$$

$$a = 0,28 \text{ mm (obtenida de la tabla 7)}$$

$$Avance = f \times a \times N = 4 \times 0,28 \times 10.610$$

$$Avance = 11883,2 \text{ mm/min}$$

Software NX

Maquinado, NX CAM ofrece una solución completa para la programación de máquinas-herramienta que maximiza los resultados de las máquinas más avanzadas.

Las funciones de NX CAM permiten gran facilidad y precisión para mecanizar piezas con una mayor calidad y en el menor tiempo posible, y con una variedad de materiales y de distinta composición, logrando con ello consolidar una gran flexibilidad en cualquier tipo de industria.

Software Match 3

Es un sistema de control computarizado que permite la comunicación con el servo motor usando una computadora.

Este sistema es accesible y muy fácil de aprender, permitiéndole a muchas empresas automatizar sus máquinas convencionales a CNC o crear sus propias máquinas de control numérico a un bajo costo.

Mediante dicho software y un computador en el cual se realizara las configuraciones respectivas se controlara la maquina fresadora Router CNC 5 ejes HY3040 China Mini.

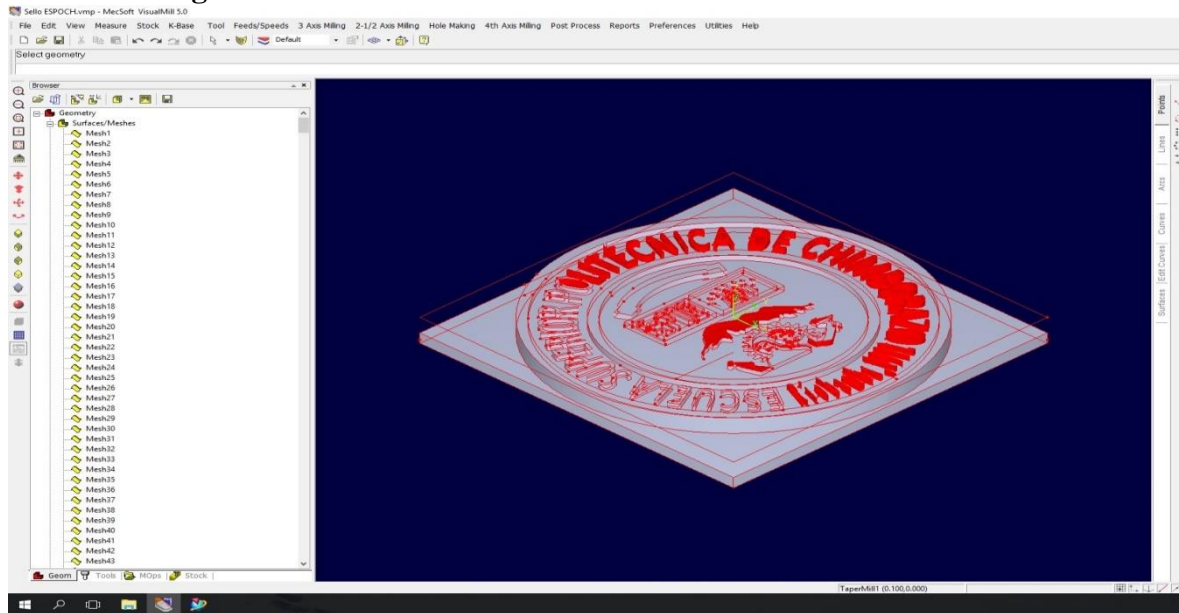
4.2.7 *Procedimiento e instrucciones.*

Figura 4-11. Logotipo alto y bajo relieve en el software NX



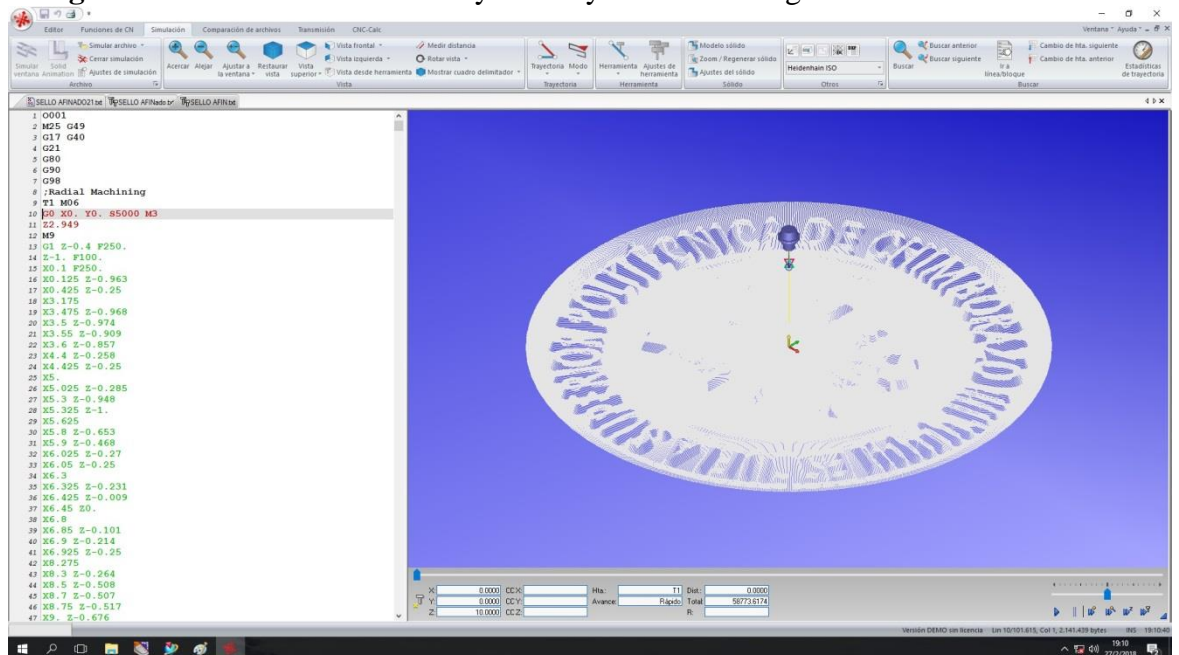
Fuente: Autor

Figura 4-12. Proceso de manufactura en el software Visual Mill



Fuente: Autor

Figura 4-13. Generación de la trayectoria y editor de códigos en el software Cimco



Fuente: Autor

- Encender la máquina.

Presionar el botón de on/off descrito en la guía N 1

Figura 4-14. Botón ON/OFF

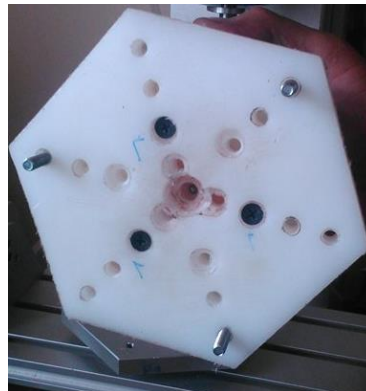


Fuente: Autor

- **Colocación de la pieza a mecanizar**

Por medidas de protección de la base del eje B se elaboró otra base similar en nylon para la sujeción de las piezas.

Figura 4-15. Base para el mecanizado



Fuente: Autor

Con dicha base sobrepuesta en el eje B la pieza a mecanizar quedaría de la siguiente manera:

Figura 4-16. Pieza a mecanizar montada en la máquina



Fuente: Autor

- **Colocación de la herramienta de corte**

La fresa se coloca en la porta fresas y la pinza las cuales sujetan la fresa, posteriormente se coloca en el husillo de la máquina.

Figura 4-17. Fresa y Portafresa



Fuente: Autor

Figura 4-18. Colocación de la porta fresas en el husillo



Fuente: Autor

Las herramientas utilizadas para el ajuste de la porta fresas y el husillo son las que se muestran en la figura:

Figura 4-19. Llaves



Fuente: Autor

- **Configuración de la maquina con el software Mach 3**

A la máquina se le hace trabajar con un computador esclavo que cumple la función de cerebro y es la que envía los códigos a la máquina para el trabajo.

Figura 4-20. Máquina fresadora y computador

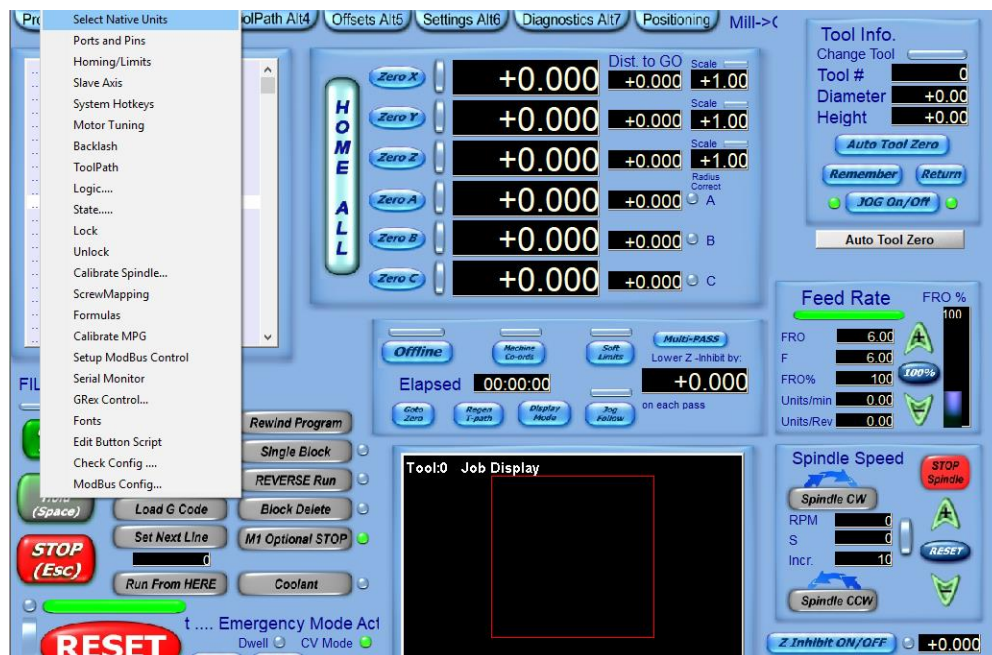


Fuente: Autor

- **Selección de las unidades en las que se va a trabajar**

Para la configuración abrimos el programa Match 3 y nos vamos a la opción config seguido de Select Native Units como se muestra a continuación:

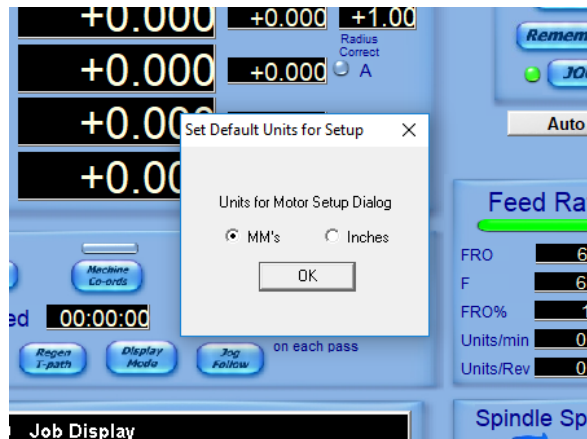
Figura 4-21. Programa Match 3



Fuente: Autor

Y seleccionamos las unidades en las que deseamos trabajar puede ser pulgadas o milímetros.

Figura 4-22. Selección de unidades



Fuente: Autor

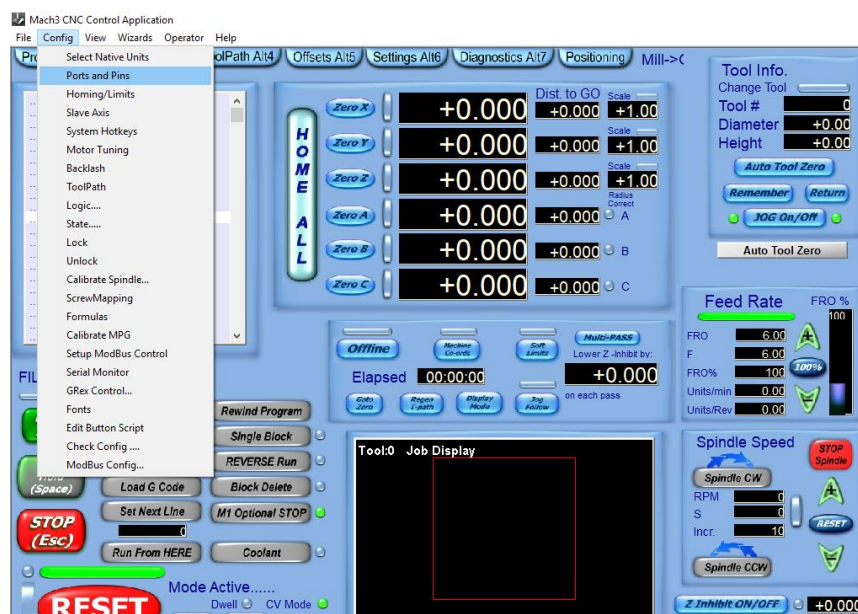
- **Configuración de puertos y pins de la máquina de cinco ejes.**

Es necesaria la configuración de los puertos y pins que cuenta la máquina, por medio de esto se logra mover los motores de paso que son los encargados de accionar los distintos ejes que son:

Eje x, y, z, A, B

Para la configuración abrimos el programa Match 3 y nos vamos a la opción config seguido de Ports and Pins como se muestra la figura:

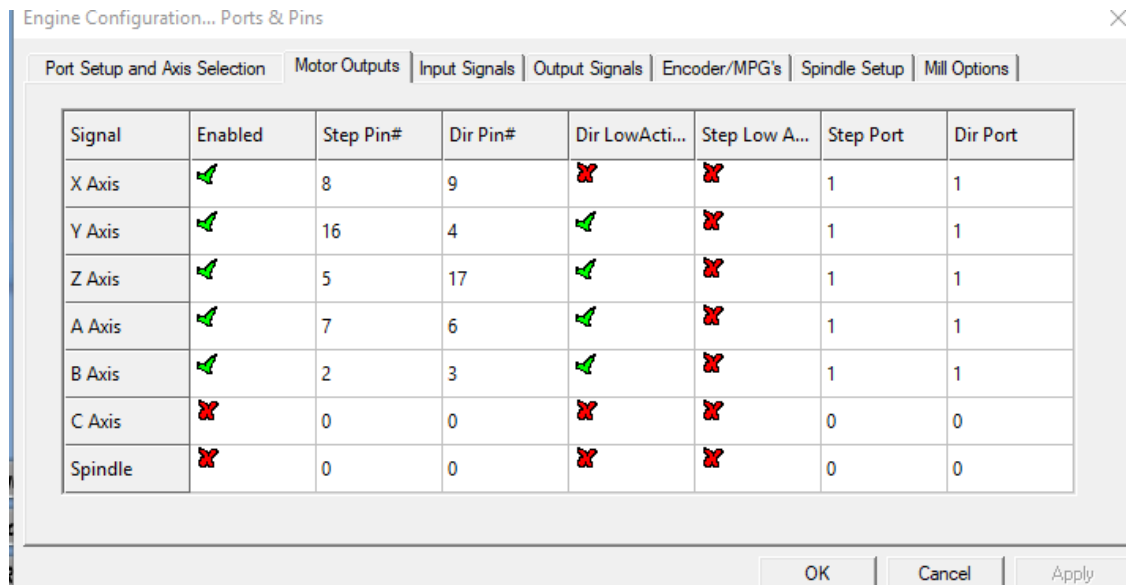
Figura 4-23. Opción config



Fuente: Autor

Seleccionamos Motor Outputs y la configuración debe quedar de la siguiente manera:

Figura 4-24. Motor Outputs

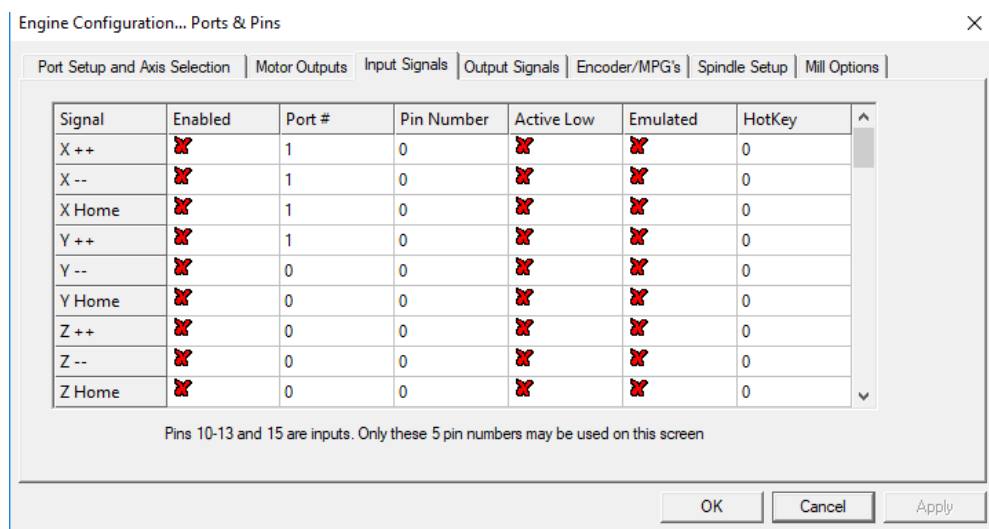


Fuente: Autor

Como se observa en la figura se encuentran habilitados los cinco ejes que cuenta la máquina, esto se logra ubicando el número del drive donde el motor se ha conectado sirve para poder identificar que motor se va mover de acuerdo al eje que seleccione el operario.

A paso seguido nos vamos a input signals y realizamos lo siguiente:

Figura 4-25. Input signals



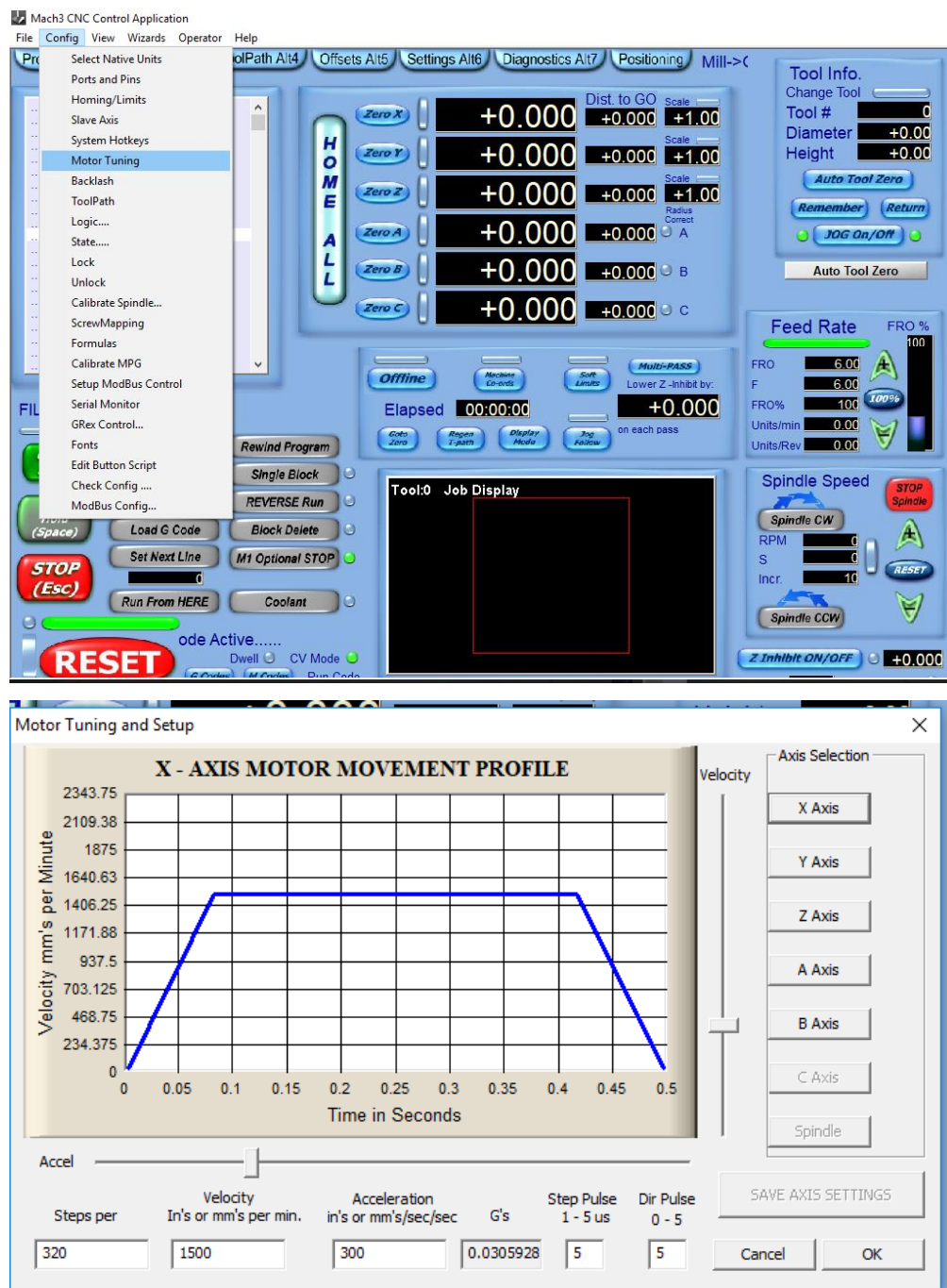
Fuente: Autor

- **Configuración de los motores de paso.**

En esta parte se configura los motores de paso indicando velocidades y aceleración, de esto depende los avances para el trabajo de los diferentes operaciones a ser mecanizadas.

Para esto nos vamos a config y seleccionamos motor tuning como se muestra en la figura:

Figura 4-26. Configuración del paso de los motores



Fuente: Autor

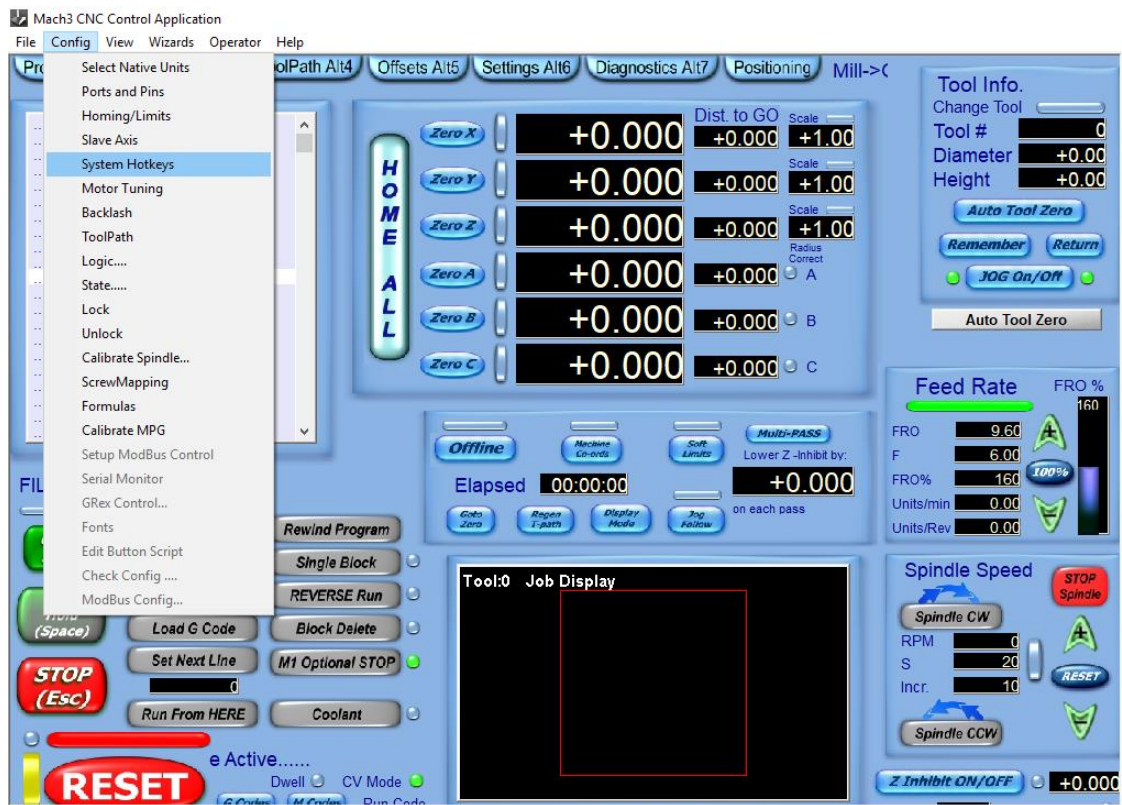
En la figura se observa un diagrama representando la velocidad en milímetros por minuto y del tiempo en segundos es ahí donde se ubica la capacidad de carga de cada motor de cada uno de los ejes y se va guardando la configuración.

- **Configuración de los botones de JOG.**

La máquina de cinco ejes didáctica trabaja con un computador esclavo por lo cual es necesario configurar ciertas teclas del teclado que cumplirán funciones importantes en el manejo.

Este proceso se logra trasladándose al sistema de configuración de teclado dentro de Match 3 aquí se ubican teclas para poder mover los diferentes ejes.

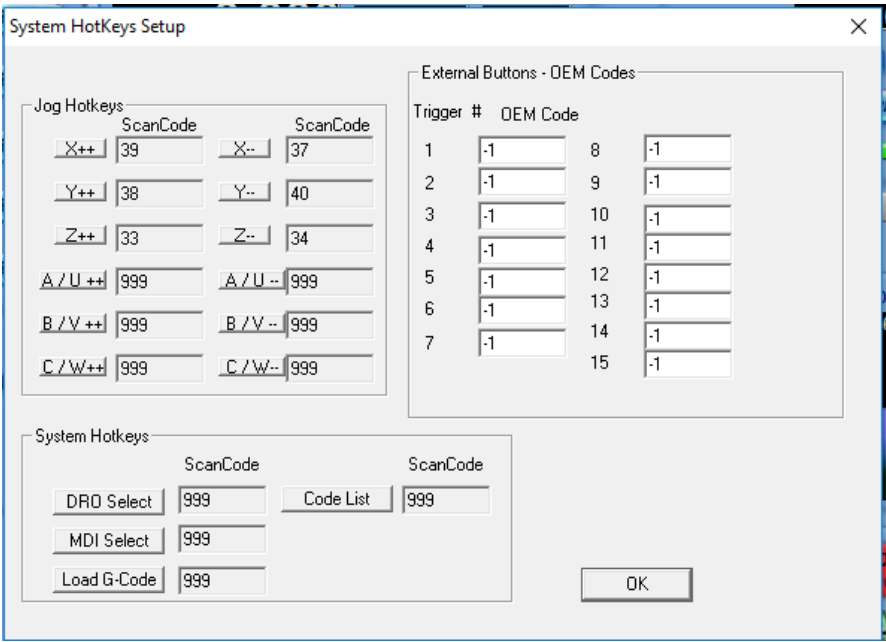
Figura 4-27. Configuración de los botones de JOG



Fuente: Autor

Y en la ventana que nos aparece vamos configurando los botones con los que deseamos controlar cada uno de los ejes de la máquina.

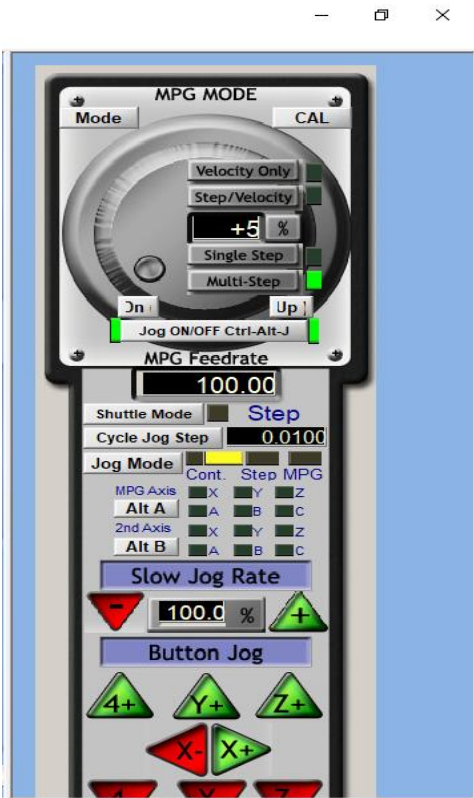
Figura 4-28. System HotKeys Setup



Fuente: Autor

Para tener el control de la maquina con los botones antes configurados dar click en jog ON/OFF

Figura 4-29. Jog ON/OFF



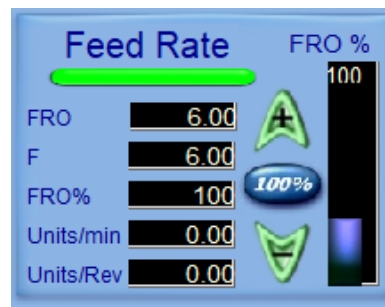
Fuente: Autor

- **Configuración de la velocidad de avance.**

En el proceso de mecanizado, se denomina avance a la velocidad relativa entre herramienta y pieza, sin considerar la velocidad de corte, que corresponde al movimiento de giro de la pieza o de la herramienta suele expresarse en mm/min.

En esta ventana podemos controlar parámetros como la velocidad de avance con la cual la herramienta va realizar el corte de la viruta cabe recalcar que es necesario calcular bien la velocidad de avance para evitar daños en los filos de corte de las herramientas.

Figura 4-30. Configuración de la velocidad de avance



Fuente: Autor

FRO: (Feed Rate Override) este campo muestra el valor del avance actual, en caso que el mismo se haya alterado subiendo o bajando la barra verde.

Units/Min: Mientras se ejecuta un programa, muestra la velocidad actual de avance, este valor varia con las aceleraciones/desaceleraciones.

- **Configuración de la velocidad del husillo.**

La velocidad del husillo es el número de revoluciones que realiza la herramienta de fresado sobre el husillo en cada minuto.

Figura 4-31. Velocidad del husillo



Fuente: Autor

Esta sección es similar a la anterior, pero en lugar de referirse al avance de los ejes se refiere a la velocidad del husillo.

Spindle Speed: Permite ingresar una velocidad para el husillo. Para ingresar un valor, marcar este campo con el Mouse y luego ingresar el valor deseado, luego apretar Retorno en el teclado para confirmarlo, en caso de no hacerlo el valor no quedará registrado

Stop Spindle: Detiene la velocidad del husillo.

- **Configuración de la herramienta.**

En esta ventana de trabajo se observan la información del programa como el número de la herramienta el diámetro de la misma y la posición del folder de ser el caso.

Figura 4-32. Información de la herramienta



Fuente: Autor

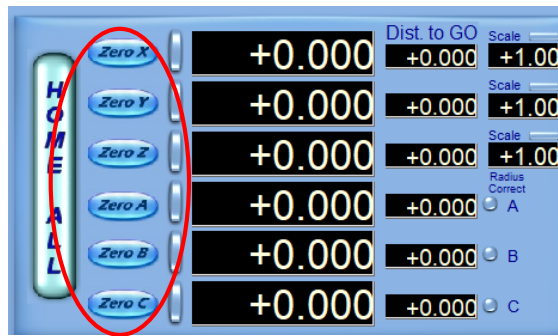
- **Definir el cero pieza**

El cero pieza es el punto de origen de la pieza, a partir del cual se programan los movimientos para la mecanización. Cada pieza requiere una referencia dentro del área de trabajo de la máquina.

El cero pieza se programa como la primera función a realizar en cada modelo de pieza nueva que se mecaniza. El criterio de situación del cero se debe basar en la lógica, dependiendo del tipo de pieza y de la distribución de cotas que tenga el plano de trabajo.

Llevamos la herramienta a las diferentes posiciones que se indica en la figura y damos clic en cada una de las opciones para encerrar la pieza en cada uno de los ejes.

Figura 4-33. Cero de pieza



Fuente: Autor

En la siguiente figura se muestra la maquina realizado el cero pieza:

Figura 4-34. Mecanizado



Fuente: Autor

- **Mecanizado de un impeller y logotipo de la ESPOCH.**

Para el mecanizado de la primera etapa del impeller y el logotipo de la ESPOCH, con el programa match 3 abierto seleccionamos la opción load G code y seleccionamos el archivo.

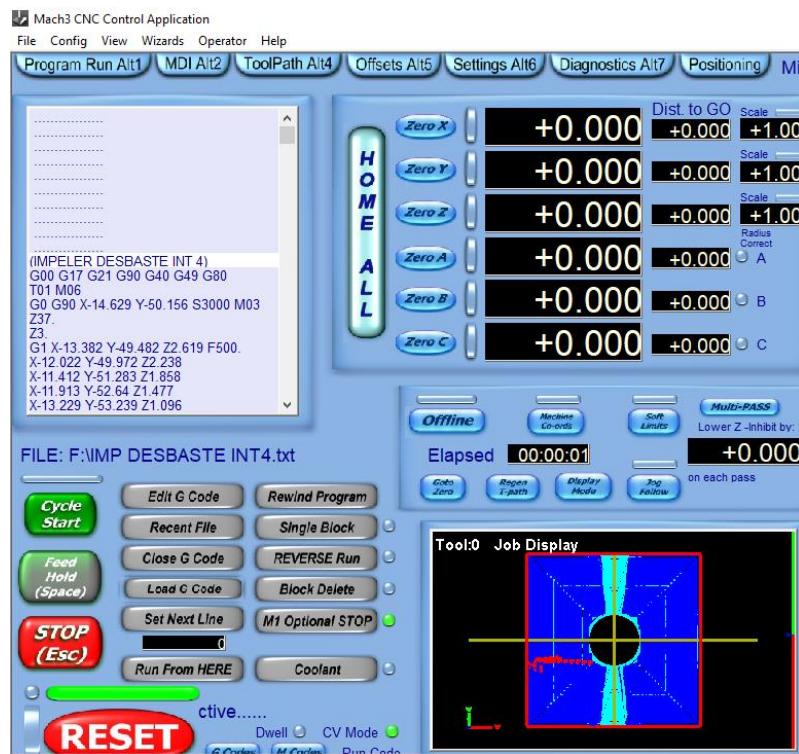
Figura 4-35. Load G Code



Fuente: Autor

Con el archivo ya cargado podemos observar en la pantalla los códigos generados y una vista previa de la pieza a mecanizar.

Figura 4-36. Códigos generados



Fuente: Autor

Figura 4-37. Encender el husillo



Fuente: Autor

Seguidamente damos click en reset y en cycle start para que inicie el proceso de mecanizado.

Si no está completamente seguro que la ruta del desbaste está correctamente definido podemos dar click en Single Block para que el desbaste lo realice paso a paso.

Figura 4-38. Estado inicial de la pieza



Fuente: Autor

Figura 4-39. Fresado del contorno.



Fuente: Autor

Figura 4-40. Fresado de las hélices.



Fuente: Autor

Figura 4-41. Desbaste final del impeller



Fuente: Autor

Se logró obtener la primera etapa de un impeller, además mediante el mismo proceso se realizó el logotipo de la ESPOCH en alto y bajo Relieve.

Figura 4-42. Logotipo de la ESPOCH



Fuente: Autor

4.2.8 *Conclusiones y recomendaciones*

- Se determinaron los parámetros necesarios para la mecanización de una pieza.
- Se realizó correctamente la etapa de desbaste de un impeller.
- Se realizó correctamente el diseño del logotipo de la ESPOCH.
- Se recomienda seguir las normas de seguridad.

Estructura del informe:

- Tema.
- Nómina de estudiantes.
- Objetivos de la práctica.
- Equipos y herramientas.
- Marco teórico.
- Procedimientos e instrucciones.
- Conclusiones y recomendaciones.

4.3 Manual de Operaciones Básicas de la máquina de electroerosión.

Este manual contiene información general sobre la máquina de electroerosión.

La información presentada a continuación es una guía para la mecanización de piezas usando ejemplos e ilustraciones

MANUAL DE OPERACIONES BÁSICAS DE LA MÁQUINA DE ELECTROEROSIÓN.

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



GUÍA PRÁCTICA No.1

4.3.1 *Guía Práctica No.1*

4.3.2 *Tema.*

- Introducción, partes principales, especificaciones técnicas y seguridades de la máquina de electroerosión.

4.3.3 *Nómina de estudiantes.*

Tabla 4-10. Nómina de estudiantes

Código	Cédula	Apellidos y Nombres

Fuente: Autor

4.3.4 *Objetivo General.*

- Conocer sobre las características y especificaciones técnicas de la máquina de electroerosión.

4.3.5 **Objetivos Específicos**

- Establecer las normas de seguridad básicas para la operación de la máquina de electroerosión.
- Identificar sus partes principales.
- Familiarizarse con las características técnicas.
- Describir las herramientas para electroerosión.

4.3.6 *Equipos y herramientas.*

El equipo utilizado para esta práctica es la máquina de electroerosión con la cual se determinara sus características y especificaciones técnicas.

Figura 4-43. Máquina de electroerosión.



Fuente: Autor

4.3.7 *Marco teórico.*

Normas de seguridad

Con el objeto de asegurar la integridad física de los estudiantes y personas que manipulen la máquina de electroerosión, se requieren seguir ciertas recomendaciones para disminuir los riesgos asociados al funcionamiento de la máquina. Se debe dar prioridad a la prevención intrínseca, la misma que consiste en evitar al máximo la existencia de peligros o bien reducir los riesgos asociados a los peligros cambiando características de diseño o funcionales sin utilizar resguardos ni dispositivos de protección.

Medidas de prevención generales

- Familiarizarse con las reglas de seguridad y practicarlas. .
- Usar tecnologías y fuentes de alimentación seguras (bajas tensiones, fluidos no tóxicos o inflamables, etc.).
- Emplear formas de mando idóneos para reglaje o ajuste.
- No tocar ningún interruptor o botón con las manos mojadas.
- Mantener limpio el piso circundante al área de trabajo.
- Colocar las herramientas en sus lugares respectivos luego de ser utilizadas.

- El uso de corriente eléctrica, agua y alto voltaje presentan un peligro de electrocución.
- Es factible que chispas generadas por el arco eléctrico salten fuera del contenedor, por lo que es obligatorio utilizar elementos de protección personal.
- Regular y calibrar las herramientas que se utilizan en el mecanizado por electroerosión.
- Tener en cuenta las distancias extremas de los desplazamientos de mesas u otros órganos móviles.

Medidas de protección

No se deberá utilizar la máquina de electroerosión en las siguientes condiciones:

- Si existe alguna conexión insegura, partes de la máquina desajustadas o algún otro elemento que pueda perjudicar al operador.
- Si el sistema del dieléctrico no funciona correctamente.

Equipo de protección individual

- Es indispensable el uso del mandil u overol de trabajo.
- Usar gafas de seguridad.

3M Solus

Las gafas Solus combinan un moderno diseño y tecnología óptima, con patillas de interior acolchado, que aumenta la comodidad y protección, sin distorsionar el campo visual.

Especialmente diseñada para mejorar la compatibilidad con otros EPI

Figura 4-44. Gafas 3M Solus



Fuente: Autor

- Utilizar gorro para los que tengan el pelo largo, quedando prohibido el uso de corbatas, bufandas, pulseras, collares, anillos, etc.
- Colocarse guantes que permitan una buena maniobrabilidad de las articulaciones de las manos y que brinden protección al contacto con químicos.

Guante de Protección 3M M905

Principales aplicaciones

Manipulación química, minería, agroquímica, petroquímica, procesamiento de metales, manejo de piezas cortantes.

Normas y Aprobaciones

Categoría II: Riesgo Intermedio Nivel 5 de destreza según norma EN 420:2003 + A1:2009

Figura 4-45. Guante de protección 3M M905



Fuente: Autor

Figura 4-46. Mascarilla



Fuente: Autor

Tabla 4-11. Tipo de Mascarilla

Categoría	Mascarilla
Descripción	Filtro de carbón activado para vapores orgánicos y gases ácidos, válvula de exhalación “FFS”, clip nasal, contacto suave.
Usos	Humos neblinas y partículas sólidas sin aceite, gases ácidos y vapores orgánicos. Protección contra procesos de fundición de metales, corte con soplete y soldadura, procesos químicos, etc.
Normas	NOM116-STPS-1994 en su tipo P-2 y N95

Fuente: Autor

Electroerosión

La electroerosión es un procedimiento de mecanizado que se basa en el hecho de arrancar el material por medio de una serie sucesiva de descargas eléctricas, separadas una de otras un cierto tiempo que saltan entre dos polos (electrodo y pieza a trabajar).

Dichas descargas hacen que se calienten las piezas localmente a altas temperaturas 30000 a 50000 C, así se van arrancando pequeños trozos de material en la pieza a trabajar quedando al final la superficie formada por pequeños cráteres que les dan un aspecto diferente a los de mecanizado convencionales.

Las ventajas con respecto a otros procesos de mecanizado son las siguientes:

- No se toca la pieza a trabajar.
- Los materiales que se emplean como electrodos se mecanizan con facilidad.
- Los electrodos se mecanizan exteriormente ya que la aplicación más importante de la electroerosión es la mecanización de huecos.

Categorías de la electroerosión

El mecanizado por electroerosión puede subdividirse en dos grandes categorías:

1. Penetración por electroerosión

- Taladro por electroerosión
- Grabado por electroerosión

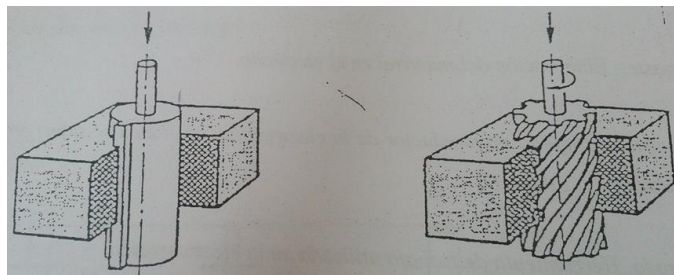
2. Corte por electroerosión

- Tronzado con disco giratorio
- Tronzado con cinta o cuchilla
- Corte con hilo

Taladro por electroerosión

Es el mecanizado de orificios pasantes de sección constante.

Figura 4-47. Taladrado por electroerosión

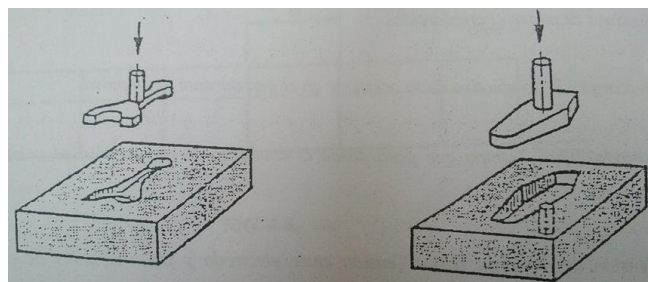


Fuente: Autor

Mecanizado de grabados

Engloba el mecanizado de todas las huellas de forma:

Figura 4-48. Mecanizado de grabados



Fuente: Autor

Conceptos generales

Para poder emplear con éxito este procedimiento de mecanizado es necesario comprender el significado de las siguientes variables.

- **Potencia de arranque.**

Se define como el volumen de material arrancado en la unidad de tiempo, se mide en mm^3/min

Como en cualquier proceso de mecanizado se distinguen varias fases:

Desbaste: con el fin de arrancar el máximo volumen de material.

Pre acabado: para reducir la rugosidad en la operación de desbaste

Acabado: con esta operación se consigue la rugosidad superficial deseada.

- **Desgaste relativo del electrodo.**

Por este concepto se entiende la relación entre el volumen perdido por el electrodo y volumen de material arrancado a la pieza. Un 10% de desgaste significa que para un arranque de material en volumen de 100mm^3 se pierde 10mm^3 de electrodo.

- **Calidad superficial**

En forma similar a otros procesos de mecanizado, al erosionar obtenemos una superficie no completamente lisa, sino ligeramente áspera y ondulada.

Influencia de las diferentes variables.

Si se analiza el corte metalográfico de una pieza de acero templado mecanizado por electroerosión, se observa que existen tres capas superpuestas que son:

- Una de metal fundido, expulsado y vuelto a depositar que bajo forma de gotitas de poca adherencia.
- Una capa de metal vuelto a solidificarse, llamado capa blanca. Esta zona no tiene espesor constante y presenta una dureza elevada.
- Una capa en la que la estructura del acero es diferente y de una dureza más baja por haber sufrido una especie de revenido.

Lavado

El riego es decir la circulación del dieléctrico entre el electrodo y la pieza mecanizada es una variable muy importante para obtener los mejores rendimientos.

Dieléctricos

- Las misiones del líquido dieléctrico son las siguientes:
- Actuar como aislante electrodo pieza
- Rodear el canal de descarga
- Disipar el calor de la zona de trabajo
- Arrastrar las partículas arrancadas del gap.

Tipos de dieléctricos

En la actualidad se utilizan dos familias de dieléctricos: agua e hidrocarburos.

Agua: se utiliza como dieléctrico en micro mecanizado y en general en máquinas de corte por hilo.

Electrodos

El electrodo es una herramienta de un material conductor para la erosión por penetración de una pieza metálica.

En un principio se puede utilizar todos los materiales conductores de la electricidad para la fabricación de los electrodos.

En la atención al problema del desgaste conviene acordar la preferencia de los que son buenos conductores de la electricidad y el calor y además que posean una temperatura de fusión elevada.

Los materiales más utilizados son:

- Cobre
- Grafito
- Cobre tungsteno
- Aluminio
- Cobre al telurio
- Acero

4.3.8 *Procedimiento e instrucciones.*

La práctica tiene como finalidad inducir a los estudiantes en el reconocimiento de las características de la máquina de electroerosión. Por lo que es necesario describir las funciones de las partes principales.

Descripción del generador

Tabla 4-12. Descripción del generador

	
N	Denominación
101	Interruptor para cambio del campo de lectura del amperímetro. Este interruptor cuando es empujado hacia abajo cambiara el rango del amperímetro 102 de 0-50 amperios a 0-10 amperios.
102	Amperímetro Indica la corriente de laboración.

Tabla 4-12(continua). Descripción del generador.

103	<p>Voltímetro</p> <p>Este instrumento da una indicación visual, la aguja nunca debe marcar en el área roja, si esto sucede indica que hay tendencia a corto circuito y entonces se debe controlar con la perilla de servo 104 acción correctiva.</p>
104	<p>Perilla para control de servo (gap de desgaste)</p> <p>Esta perilla es la encargada de regular el gap entre la pieza y el electrodo.</p>
105	<p>Perilla para regular la sensibilidad del servo.</p> <p>Si se pueden ver defectos en el indicador 103, por trabajos de rugosidad se sugiere que la maquina no reaccione rápidamente a condiciones de corte difíciles. Cuando se trata de alcanzar un corte fino y esta reacción lleva una velocidad excesiva se puede regular con la perilla 105.</p>

Fuente: Autor

Tabla 4-12(continua). Descripción del generador.



	
No	Denominación

Tabla 4-12(continua). Descripción del generador.

201	<p>Interruptor de selección de material.</p> <p>Este interruptor seleccionara la combinación de material del electrodo y material de la pieza a trabajar.</p> <table> <tr> <td>1. Electrodo de cobre</td><td>Pieza de acero</td></tr> <tr> <td colspan="2">Interruptor de Cu-St</td></tr> <tr> <td>2. Electrodo de cobre</td><td>Pieza de cobre</td></tr> <tr> <td colspan="2">Interruptor de Cu-Cu</td></tr> <tr> <td>3. Electrodo de grafito</td><td>Pieza de grafito</td></tr> <tr> <td colspan="2">Interruptor de Gr-St</td></tr> </table>	1. Electrodo de cobre	Pieza de acero	Interruptor de Cu-St		2. Electrodo de cobre	Pieza de cobre	Interruptor de Cu-Cu		3. Electrodo de grafito	Pieza de grafito	Interruptor de Gr-St	
1. Electrodo de cobre	Pieza de acero												
Interruptor de Cu-St													
2. Electrodo de cobre	Pieza de cobre												
Interruptor de Cu-Cu													
3. Electrodo de grafito	Pieza de grafito												
Interruptor de Gr-St													
202	<p>Interruptor de selección de corriente.</p> <p>Este interruptor indica 11 posiciones. La T1 para desbaste fino, la t 11 para desbaste rugoso.</p> <p>Es necesario seleccionar esta posición a medida del campo de trabajo y de la ejecución a realizar.</p>												
203	<p>Interruptor tiempo de encendido.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abrir el interruptor 11 para aumentar el avance del electrodo, posee una erosión más rápida y una superficie rugosa. • Abrir el interruptor 1 para disminuir el avance del electrodo, posee una erosión lenta y una superficie fina. • Este interruptor es usado con los números 201 y 202. 												
204	<p>Interruptor tiempo de apagado</p> <ul style="list-style-type: none"> • Es importante que el interruptor 1 se abra a una altura en erosión más un continuo lavado. • Importante que 6 se abra a una erosión minina más un buen lavado. • Para trabajar en fino grandes cavidades se consigue controlar el lavado y la estabilidad del amperímetro, la pluma indicadora oscila entre el valor de 1.5 se abre este interruptor a escala más grande para tener estabilidad. 												

Fuente: Autor

Tabla 4-12(continua). Descripción del generador.

	
N	Denominación
301	Interruptor de circuito de generador. Izquierdo 15 A (20A) Derecho 15 A (20A) Centro 30A(40A)
302	Perilla del volumen de la espiga. Girar esta perilla para regular el volumen de la espiga.
303	Indicador de funcionamiento positivo. Cuando el electrodo es positivo (+) y la pieza es negativa (-) el indicador se encenderá.
304	Indicador de funcionamiento negativo. Cuando el electrodo es negativo (-) y la pieza es positiva (+) el indicador se encenderá.
305	Interruptor para selección de polaridad Oprimiendo este botón se seleccionara la polaridad del electrodo.
306	Perilla de tiempo de trabajo, (control de periodos)

Fuente: Autor

Tabla 4-12(continua). Descripción del generador.

307	Perilla de tiempo de parada.
308	Perilla de interrupción del ciclo. Esta perilla debe ser usada con 305 y 306 para controlar la oscilación de la cabeza.

Tabla 4-12(continua). Descripción del generador.


	
N	Denominación
401-404	Fusible indicador al calentamiento.
405-408	Fusible.
409	Fusible de repuesto.
410	Interruptor del circuito por APC Este interruptor selecciona el APC, su función forma un arco y lo limita por medio de un corto circuito.

Tabla 4-12(continua). Descripción del generador.

411	<p>Pulsador para el censor del dieléctrico.</p> <p>Este interruptor controla el nivel en el tanque de trabajo, deja que el generador encienda con un nivel bajo de dieléctrico o nada de dieléctrico en el tanque de trabajo.</p>
412	<p>Pulsador para circuito de alto voltaje.</p> <p>Se pulsa para aumentar el voltaje y ensanchar el gap de descarga, es útil para aumentar la eficacia del lavado en la remoción del material especialmente en el acabado fino.</p>
413	<p>Pulsador para detención de emergencia.</p> <p>Pulsando este botón detiene la máquina, se vuelve para la derecha y entonces la maquina continua nuevamente.</p>
414	<p>Interruptor de corriente principal.</p> <p>Colocar este interruptor en encendido para arrancar la máquina.</p>

Fuente: Autor

Descripción del panel de control de la máquina.

Tabla 4-13. Descripción del panel de control.

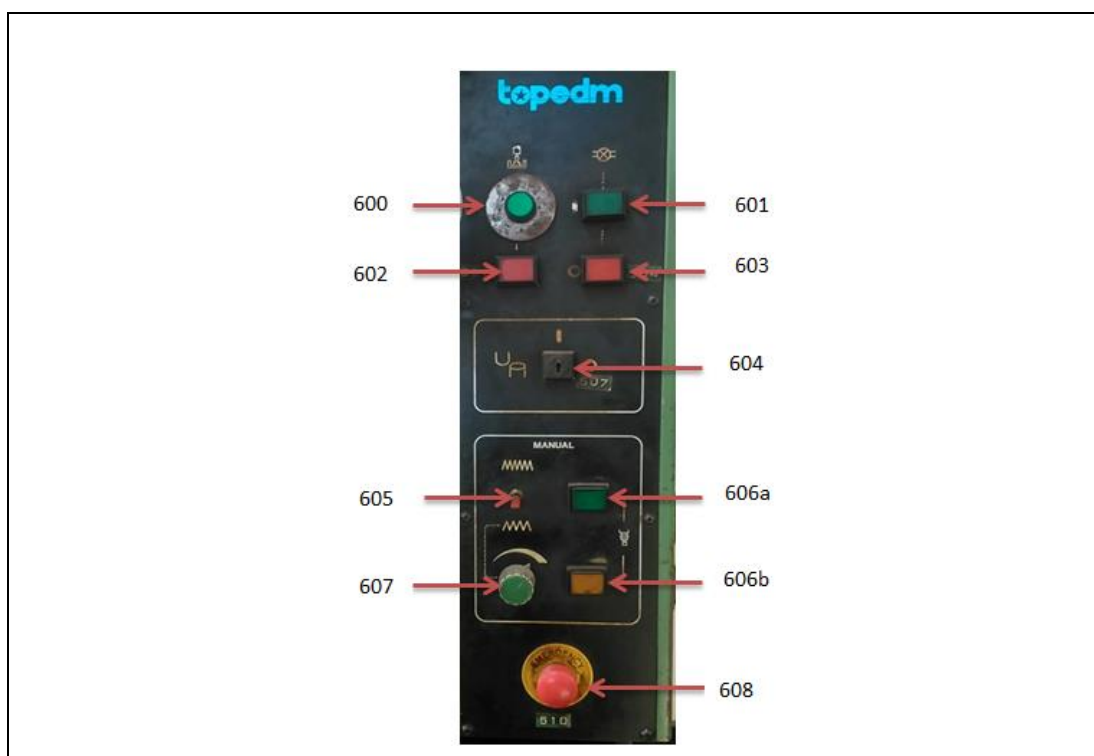


Tabla 4 13(continua). Descripción del panel de control.

N	Denominación
600	Pulsador de encendido para erosión
601	Pulsador para abrir el servicio del dieléctrico
602	Pulsador para el apagado de la erosión
603	Pulsador para detención del servicio del dieléctrico.
604	Interruptor para el circuito de realce del electrodo. <ul style="list-style-type: none">• Se gira a la derecha para formar el circuito de protección en vertical.• Se gira a la izquierda para proteger el electrodo cuando este se mueve hacia abajo, toca la pieza y un circuito de realce regresa automáticamente, el movimiento hará sonar la alarma viene dado para comenzar la posición del electrodo.
605	Interruptor para inicio manual en la velocidad de avance.
606 a	Pulsador de salida manual del mandril.
606 b	Pulsador para descenso manual del mandril.
607	Perilla para regulación manual del micro. <p>Usar esta perilla con el 605 para aflojar el movimiento en sentido, ya sea hacia arriba o hacia abajo, además para regulaciones mucho más pequeñas.</p>

Fuente: Autor

Listas de las partes y funcion de la maquina

a) Sistema de graduacion para la profundidad de desbaste.

Tabla 4-14. Sistema de graduación para la profundidad de desbaste.

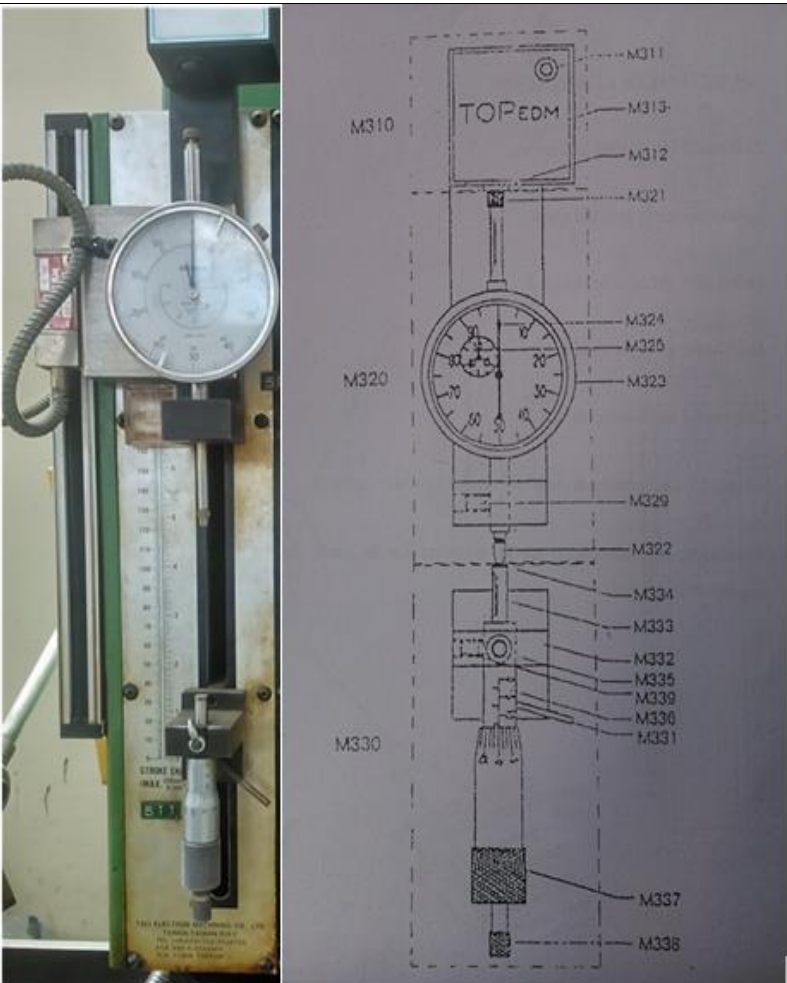
 <p>The image shows a vertical measuring device with a large dial and a technical drawing of the same device with labeled components. The photograph on the left shows a physical device with a large dial and a vertical scale. The technical drawing on the right shows the same device with various components labeled with codes like M310, M311, M312, M313, M320, M321, M322, M323, M324, M325, M326, M327, M328, M329, M330, M331, M332, M333, M334, M335, M336, M337, and M338.</p>	
N	Denominación
M310	Unidad del interruptor.
M311	Parada para la profundidad del indicador de luz.
M312	Interruptor que detiene la profundidad.
M313	Caja de la unidad del interruptor.
M320	Unidad de medida del dial.
M321	Varilla superior de medida del dial.
M322	Varilla de la sección de medida del dial
M323	Dial de alimentación.
M324	Indicador grande.

Tabla 4-14 (continua). Sistema de graduación para la profundidad de desbaste.

M325	Indicador pequeño.
M329	Tornillo.
M330	Micrómetro en micras.
M331	Palanca seguro de cierre.
M332	Soporte.
M333	Espiga.
M334	Extremo de carburo.
M335	Abrazadera tornillo de ajuste.
M336	Manguito de afuera.
M337	Mango moleteado para el movimiento del micrómetro.
M338	Manguito de detención del movimiento del micrómetro, cuando se ha deseado marcar una determinada medida.
M339	Tornillo asegurador.

Fuente: Autor

b) Tanque de trabajo

Tabla 4-15. Partes del tanque de trabajo.

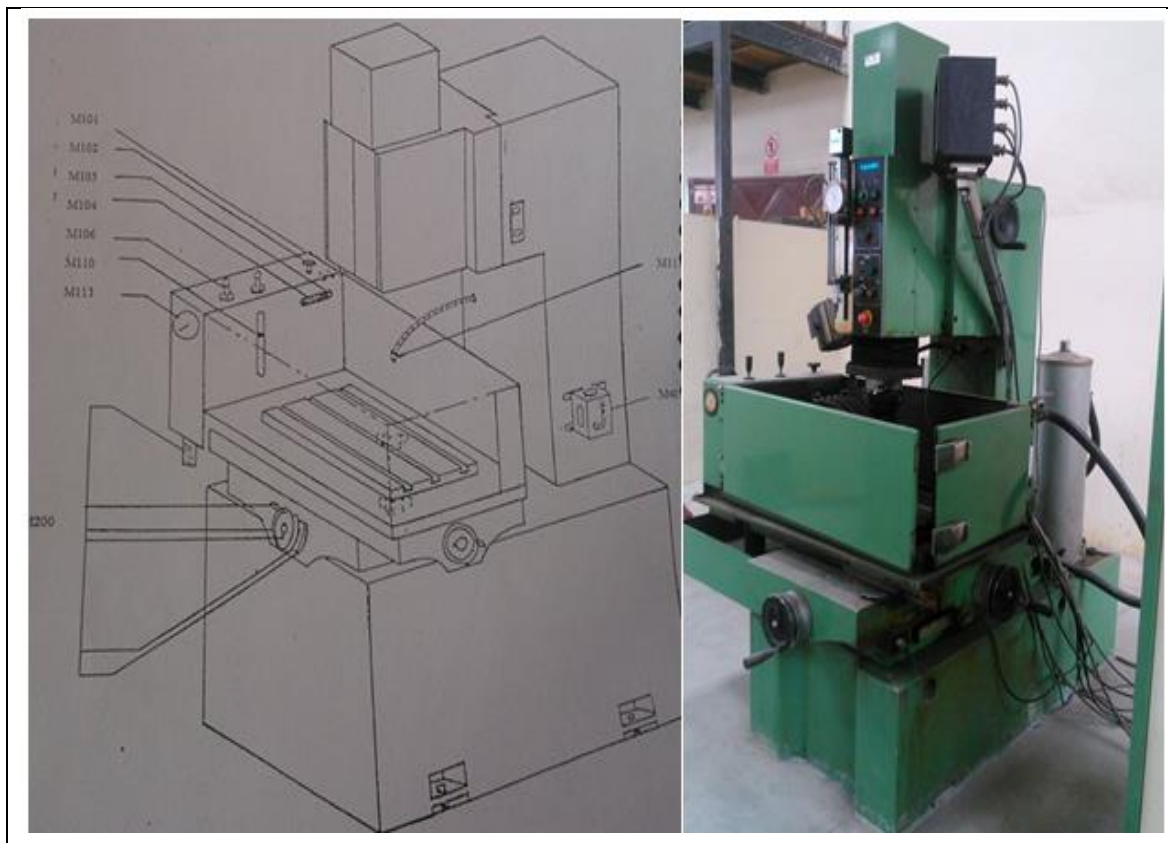


Tabla 4-15(continua). Partes del tanque de trabajo

N	Denominación
M101	Boquilla de altura en el lado superior.
M102	Válvula para flujo continuo y pulso de inyección en vacío.
M103	Regulador de presión.
M104	Tobera de succión.
M105	Tobera de inyección.
M106	Control de desagüe.
M107	Lámpara de trabajo
M108	Indicador regulable del dieléctrico.
M109	Toma de corriente del desagüe.
M110	Censor de nivel del dieléctrico. Si el nivel es más bajo que el indicado el suministro se detendrá automáticamente.
M111	Censor detector de fuego. Este aparato es el encargado de descubrir llamas en el aceite del dieléctrico, si el censor descubre una llama, el poder de suministro se detiene automáticamente dentro de un segundo.
M200	Manivela con dial para movimiento de la mesa X e Y.

Fuente: Autor

c) Sistema de lubricacion.

Tabla 4-16. Sistema de lubricacion.

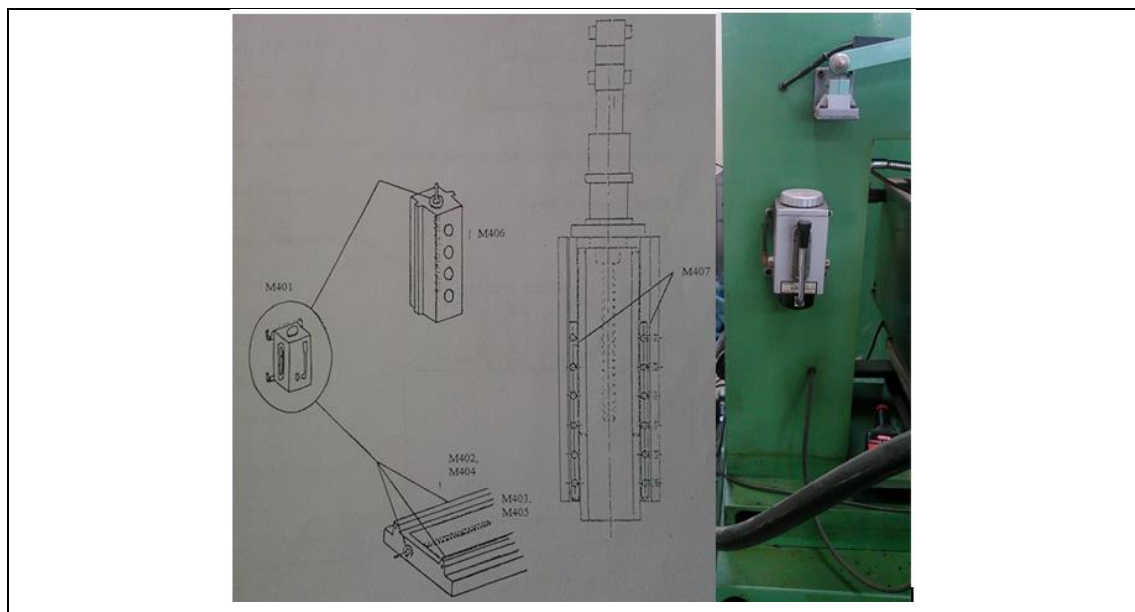


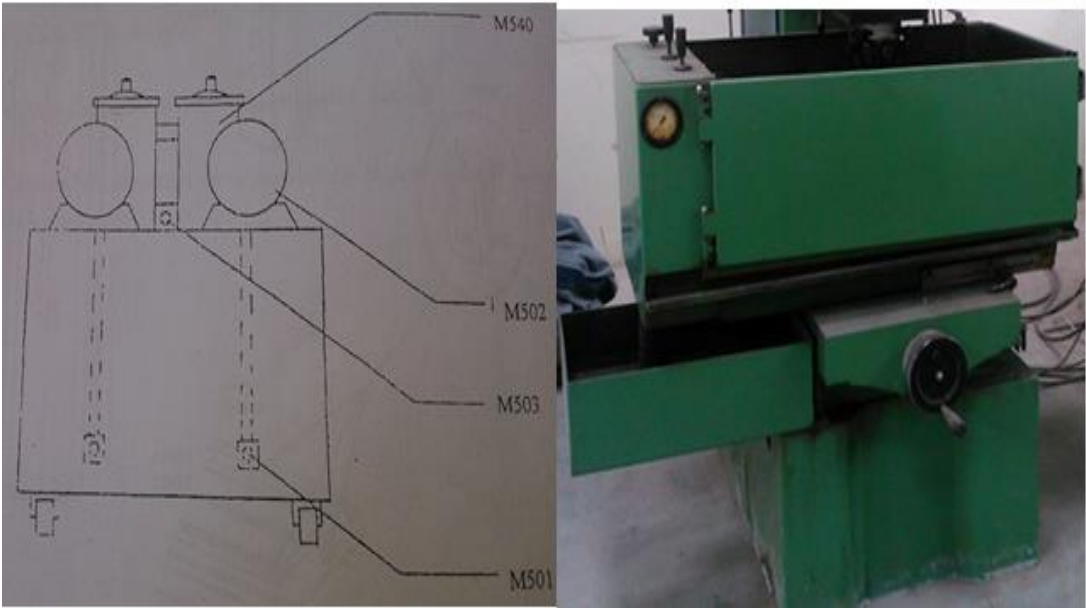
Tabla 4 16. Sistema de lubricación.

N	Denominación
M401	Lubricador del sistema de bombeo.
M402	Lubricador en la guía del eje X
M403	Lubricador del tornillo del eje X
M404	Lubricador en la guía del eje Y
M405	Lubricador del tornillo del eje Y
M406	Lubricador del tornillo de bola en la parte superior,(cabeza)
M407	Dispositivo de lubricación de la maquina en la parte superior para el movimiento vertical.

Fuente: Autor

d) Sistema de dielectrico

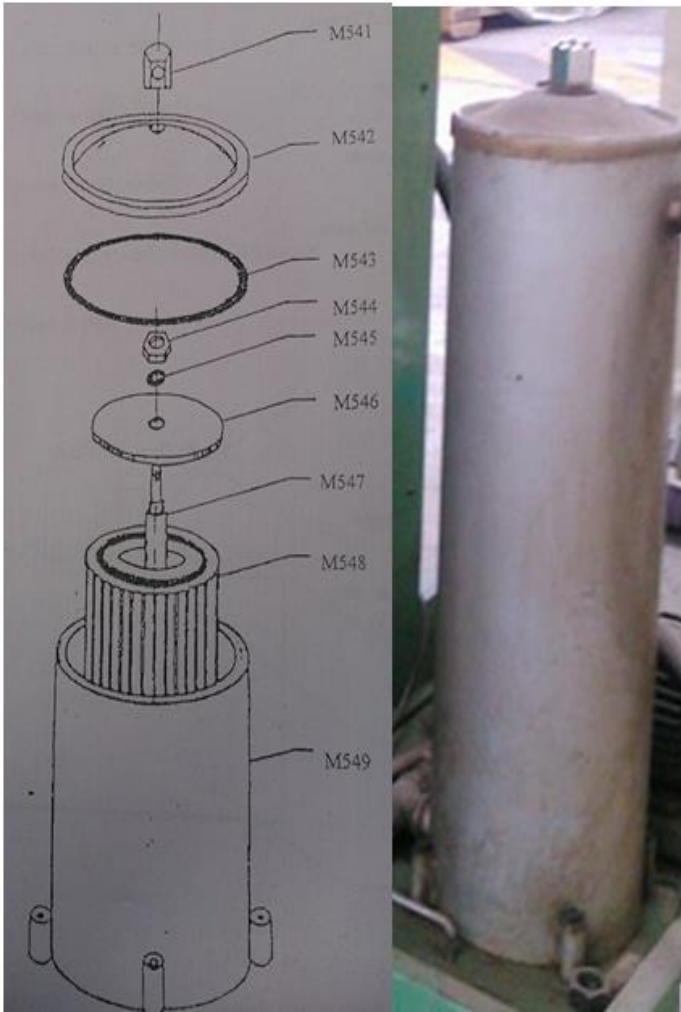
Tabla 4-17. Sistema de dielectrico

	
N	Denominación
M501	Válvula de seguridad.
M502	Circulación del bombeo.
M503	Enchufe eléctrico del sistema de lubricación.
M540	Sistema de filtro.

Fuente: Autor


e) Sistema del filtro.

Tabla 4-18. Sistema de filtro.

	
N	Denominación
M541	Perilla fija de la tapa
M542	Tapa del fin
M543	Anillo del aceite.
M544	Arandela del aceite.
M545	Tuerca.
M546	Plato.
M547	Árbol.
M548	Filtro de papel.
M549	Carcaza del filtro.

Fuente: Autor

Tabla 4-19. Partes principales de la maquina de electroerosion.

	
N	Denominación
1	Panel de la Cabeza de la Maquina
2	Parada de emergencia
3	Micrómetro en Micras
4	Lámpara de trabajo
5	Lubricador del sistema de bombeo
6	Válvula para flujo continuo y pulso de inyección en vacío
7	Control de desagüe
8	Protección de la mesa de trabajo
9	Pantalla de visualización de los ejes
10	Manivela con dial para movimiento de la mesa X e Y
11	Porta electrodos

Fuente: Autor

Operación de la máquina de electroerosión.

- Leer y comprender el manual antes de poner en marcha y operar la máquina.
- Montar correctamente el electrodo del material correspondiente a mecanizar.
- Comprobar que la pieza de trabajo y la herramienta estén sujetadas correctamente.
- Tomar una posición que favorezca el accionamiento del paro de emergencia.

- No colocar herramientas sobre la máquina cuando esté operando.
- Vigilar el desarrollo de los procesos de mecanizado mientras la máquina de electroerosión se encuentra en operación.
- Verificar que nadie se encuentre cerca de las piezas de la máquina y que no existan obstáculos alrededor antes de iniciar la operación.
- No acercarse ni tocar ninguna pieza en movimiento de la máquina durante la operación.
- No retirar las virutas con la mano, debe realizarlo con una brocha.
- El botón de parada de emergencia sólo podría utilizarse cuando es absolutamente necesario el cese inmediato de todo movimiento o bien cuando la seguridad se ve amenazada en el uso normal del botón de espera.

4.3.9 *Conclusiones y recomendaciones*

- Se determinaron las características y especificaciones técnicas de la máquina de electroerosión.
- Se identificó con claridad sus partes principales.
- Se recomienda utilizar los equipos de protección personal.
- Se recomienda seguir las normas de seguridad establecidas.

Estructura del informe:

- Tema.
- Nómina de estudiantes.
- Objetivos de la práctica.
- Equipos y herramientas.
- Marco teórico.
- Procedimientos e instrucciones.
- Conclusiones y recomendaciones.

MANUAL DE OPERACIONES BÁSICAS DE LA MÁQUINA DE ELECTROEROSIÓN.

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



GUÍA PRÁCTICA No.2

4.4 *Guía Práctica No.2*

4.4.1 *Tema.*

- Operación y funcionamiento de la máquina de electroerosión.

4.4.2 *Nómina de estudiantes.*

Tabla 4-20. Nómina de estudiantes

Código	Cédula	Apellidos y Nombres

Fuente: Autor

4.4.3 *Objetivo General.*

- Establecer el modo de operación y funcionamiento de la máquina de electroerosión.

4.4.4 **Objetivos Específicos**

- Determinar la posición del electrodo y la pieza a mecanizar en la máquina de electroerosión.
- Realizar el logotipo de la ESPOCH en alto y bajo relieve.

4.4.5 *Equipos y herramientas.*

Figura 4-49. Máquina de electroerosión.



Fuente: Autor

- **Electrodos**

Los electrodos utilizados están diseñados en grafito los cuales fueron elaborados en las maquinas didácticas del taller de CAD-CAM.

Se utilizó el grafito ya que es resistente al calor, fácil de mecanizar, excelente conductor de calor y electricidad.

En las imágenes se puede evidenciar los electrodos realizados en alto y bajo relieve respectivamente:

Figura 4-50. Logotipo de la ESPOCH



Fuente: Autor

- **Pieza a mecanizar**

Para esta práctica utilizaremos una plancha de duraluminio.

El duraluminio resulta idóneo principalmente para ser trabajado por deformación plástica, puesto que es dúctil y maleable.

Figura 4-51. Plancha de duraluminio



Fuente: Autor

4.4.6 *Marco teórico.*

Normas de seguridad.

Se cumplirán estrictamente las normas de seguridad indicadas en la guía práctica No.1 “Introducción, partes principales, especificaciones técnicas y seguridades de la máquina de electroerosión, en lo correspondiente a las medidas de prevención generales, a las medidas de protección, al equipo de protección personal, y la operación de la máquina.

Electroerosión

La electroerosión es un procedimiento de mecanizado que se basa en el hecho de arrancar el material por medio de una serie sucesiva de descargas eléctricas, separadas una de otras un cierto tiempo que saltan entre dos polos (electrodo y pieza a trabajar).

Grafito

El grafito natural es una forma alotrópica del carbón. Es un mineral suave, de color gris a negro, brillo metaloide, peso específico de 2.23, dureza de 1-2, cristaliza en el sistema hexagonal, estable y químicamente inerte a temperatura normal, inodoro, no tóxico, resistente al calor y excelente conductor de calor y electricidad.

Duraluminio.

El duraluminio resulta idóneo principalmente para ser trabajado por deformación plástica, puesto que es dúctil y maleable. Además, puede ser trabajado con máquinas herramientas y se presta mediocrementemente a ser soldado.

4.4.7 *Procedimiento e instrucciones.*

La práctica tiene como finalidad explicar el funcionamiento de la máquina de electroerosión para ello realizaremos el logo de la ESPOCH en alto y bajo relieve.

Energizar la máquina

- Para esto ubicamos la caja térmica y seleccionamos 50 amperios.

Figura 4-52. Caja térmica



Fuente: Autor

- Giramos hacia la derecha la perilla para que la maquina se encienda.

Figura 4-53. Encendido de máquina



Fuente: Autor

Colocación de la pieza a mecanizar y el electrodo.

En la imagen podemos observar la sujeción de la plancha de duraluminio y el electrodo, mediante un reloj palpador verificamos la planicidad entre los ejes con esto garantizamos precisión entre el electrodo y la placa a mecanizar.

Figura 4-54. Colocación de la pieza y el electrodo

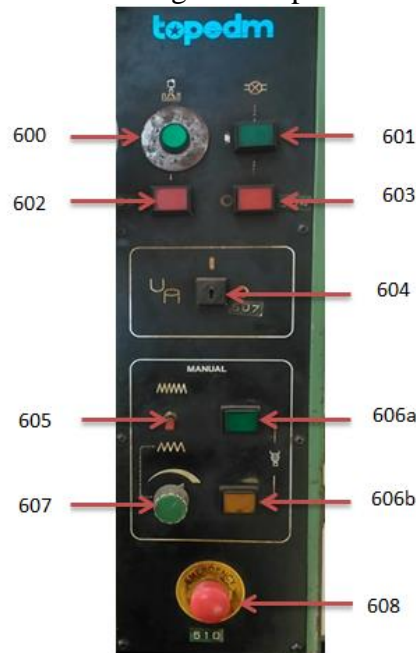


Fuente: Autor

Mecanizado por electroerosión.

- Para el descenso del mandril primero activamos el interruptor para inicio manual en la velocidad de avance que es el 605.
- Cuando este interruptor se encuentre en la parte superior se controla el movimiento rápido del electrodo con los botones 606a y 606b.
- Cuando este interruptor se encuentre en la parte inferior se controla el movimiento rápido del electrodo con los botones 606a y 606b.
- Mover la perilla 607 para regulaciones de avance ya sea de descenso o ascenso del cabezal.

Figura 4-55. Configuración panel de control



Fuente: Autor

- Con el interruptor 201 seleccionamos la combinación del material del electrodo y material de la pieza a trabajar en este caso seleccionamos en grafito.
- El interruptor 202 tiene varias posiciones para desbaste, si queremos un desbaste con acabado fino seleccionamos T1 y si queremos un desbaste con rugosidad seleccionamos T11.
- En esta práctica para iniciar el mecanizado utilizaremos la posición T3 y posteriormente utilizaremos la posición T10 para que tenga una corriente más alta al momento de mecanizar y para darle un desbaste fino seleccionamos la posición T2 y dejamos que termine el mecanizado.

- Cuando el desbaste se esté realizando en la posición T11 las perillas 203 y 204 colocarlas en la posición 5.
- Cuando el desbaste se esté realizando en la posición T2 las perillas 203 y 204 colocarlas en la posición 2.

Figura 4-56. Configuración panel de control



Fuente: Autor

- Con la perilla 301 seleccionamos la opción de la mitad que es de 30 A (40A).
- Con la perilla 302 regulamos el volumen de la espiga.
- Activamos el indicador de funcionamiento positivo interruptor 303.
- Con el interruptor 305 seleccionamos la polaridad del electrodo.
- Con la perilla 306 regulamos el tiempo de trabajo
- Con la perilla 307 regulamos el tiempo de parada del electrodo.

Figura 4-57. Configuración panel de control



Fuente: Autor

- El interruptor 101 debe estar empujado hacia arriba con esto tendremos un rango de 0-50 amperios.
- Con la perilla 104 controlamos la descarga entre el electrodo y la pieza.
- Con la perilla 105 regulamos si la velocidad del corte es excesiva

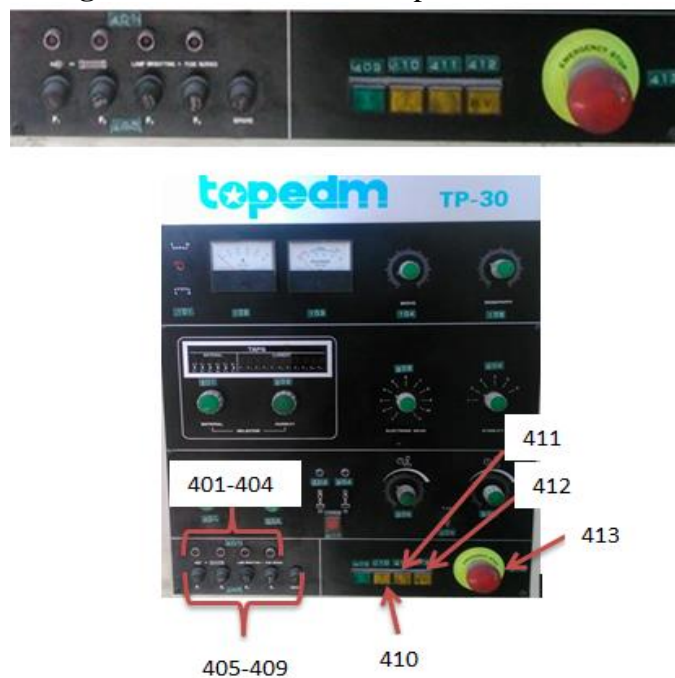
Figura 4-58. Control de la descarga del electrodo y regulación de la velocidad



Fuente: Autor

Los botones 411 y 412 deben estar presionados al momento de la mecanización por electroerosión

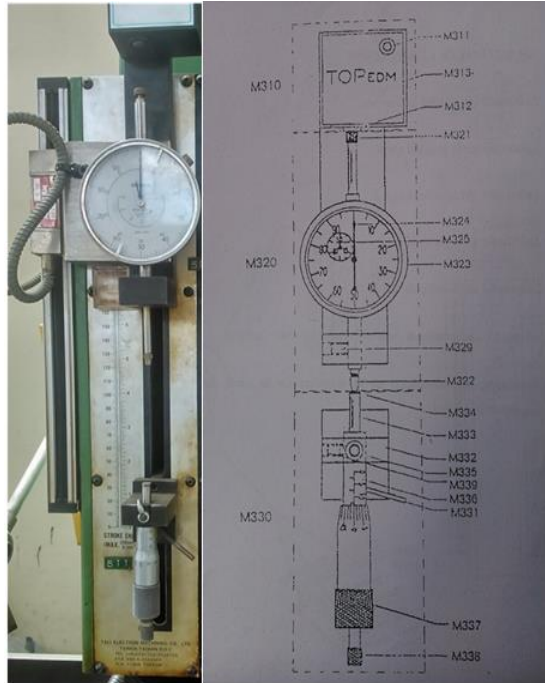
Figura 4-59. Mecanización por electroerosión



Fuente: Autor

Una vez que el electrodo haga contacto con la pieza a mecanizar definir la profundidad que se va a realizar la mecanización por electroerosión, esto lo realizamos girando el micrómetro hasta llegar en este caso 3mm de profundidad.

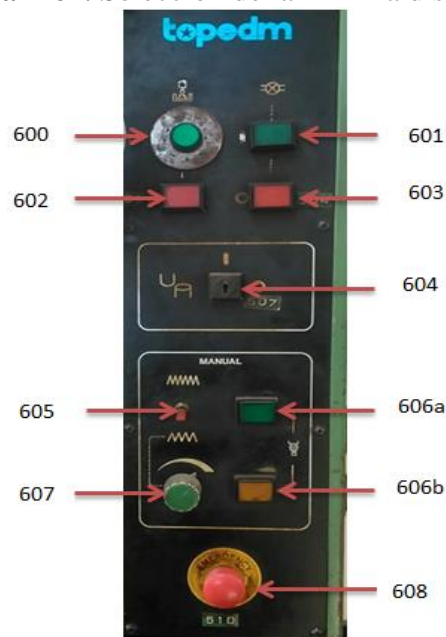
Figura 4-60. Micrómetro



Fuente: Autor

Pulsamos el botón 606a para que el electrodo se levante una mínima distancia.

Figura 4-61. Selección de la mínima distancia



Fuente: Autor

- Abrir la llave de paso de dieléctrico y pulsar el botón 601 para que la bomba empiece a funcionar y permita que el diesel pase al tanque de trabajo, el cual sirve como dieléctrico.
- Colocar la manguera con el chorro de diesel junto a la pieza a mecanizar para que los carboncillos generados por el mecanizado sean evacuados.
- Pulsar el botón 600 para que empiece el mecanizado por electroerosión.

Figura 4-62. Chorro de dieléctrico.



Fuente: Autor

- Una vez que el electrodo llegue a la profundidad establecida la máquina automáticamente se para, se levanta el electrodo y se apaga la bomba de abastecimiento del dieléctrico.
- Levantar la palanca M106 que es del control de desagüe.
- El mecanizado por electroerosión es un proceso muy largo por lo que esta práctica tuvo una duración de 5 horas con 40 minutos aproximadamente, teniendo como resultado un mecanizado con un acabado ligeramente fino en bajo relieve.

Figura 4-63. Logotipo de la ESPOCH



Fuente: Autor

- Regresar las perillas y los interruptores a su estado inicial y apagar la máquina.
- Limpiar los carbonillos del contenedor con una brocha.
- Retirar el electrodo y la pieza mecanizada, limpiar la máquina.

4.4.8 *Conclusiones y recomendaciones.*

- Se determinaron los parámetros necesarios para la mecanización en la máquina de electroerosión.
- Se realizó el diseño del logotipo de la ESPOCH en alto y bajo relieve.
- Se recomienda seguir las normas de seguridad establecidas.

Estructura del informe:

- Tema.
- Nómina de estudiantes.
- Objetivos de la práctica.
- Equipos y herramientas.
- Marco teórico.
- Procedimientos e instrucciones.
- Conclusiones y recomendaciones

4.5 Manual de Operaciones Básicas de la prensa excéntrica o troqueladora.

Este manual contiene información general sobre la prensa excéntrica o troqueladora.

La información presentada a continuación es una guía para la mecanización de piezas usando ejemplos e ilustraciones.

MANUAL DE OPERACIONES BÁSICAS DE LA PRENSA EXCÉNTRICA O TROQUELADORA.

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



GUÍA PRÁCTICA No.1

4.5.1 *Guía Práctica No.1*

4.5.2 *Tema.*

- Introducción, partes principales, especificaciones técnicas y seguridades de la prensa excéntrica o troqueladora.

4.5.3 *Nómina de estudiantes*

Tabla 4-21. Nómina de estudiantes

Código	Cédula	Apellidos y Nombres

Fuente: Autor

4.5.4 *Objetivo General.*

- Conocer sobre las características y especificaciones técnicas de la prensa excéntrica o troqueladora.

4.5.5 **Objetivos Específicos**

- Establecer las normas de seguridad básicas para la operación de la máquina
- Identificar las partes principales.
- Familiarizarse con las características técnicas.
- Describir las herramientas utilizadas para el mecanizado.

4.5.6 *Equipos y herramientas.*

- Prensa excéntrica o troqueladora.
- Matriz de corte
- Llaves hexagonales.
- Láminas de tol espesor 0.5mm

Figura 4-64. Prensa de excéntrica



Fuente: Autor

4.5.7 *Marco teórico.*

Normas de seguridad.

Con el objeto de asegurar la integridad física de los estudiantes y personas que manipulen la máquina, se requieren seguir ciertas recomendaciones para disminuir los riesgos asociados al funcionamiento de la máquina. Se debe dar prioridad a la prevención intrínseca, la misma que consiste en evitar al máximo la existencia de peligros o bien reducir los riesgos asociados a los peligros cambiando características de diseño o funcionales sin utilizar resguardos ni dispositivos de protección.

Medidas de prevención generales

- Evitar salientes y aristas punzantes o cortantes en la operaciones de mecanizado.
- No use accesorios con rebabas, grietas o deterioro.
- Emplear formas de mando idóneos para reglaje o ajuste.
- Mantener limpio el piso circundante al área de trabajo.
- Colocar las herramientas en sus lugares respectivos luego de ser utilizadas.
- Ensamble la línea de suministro de aire de forma segura.
- No modifique la prensa en ninguna manera, de otra manera que para sus propósitos destinados.

Medidas de protección

No se deberá utilizar la prensa excéntrica o troqueladora en las siguientes condiciones:

- Si existe alguna conexión insegura, partes de la máquina desajustadas o algún otro elemento que pueda perjudicar al operador.
- Si aún no está colocado y asegurado correctamente la matriz que va a ser utilizada para el corte.

Equipo de protección individual

- Es indispensable el uso del mandil u overol de trabajo.
- Usar gafas de seguridad.

3M Solus

Las gafas Solus combinan un moderno diseño y tecnología óptima, con patillas de interior acolchado, que aumenta la comodidad y protección, sin distorsionar el campo visual.

Especialmente diseñada para mejorar la compatibilidad con otros EPIs

Figura 4-65. Gafas Solus



Fuente: Autor

- El calzado debe ser de seguridad, con la punta reforzada.
- Colocarse guantes que permitan una buena maniobrabilidad de las articulaciones de las manos.

Guante de Protección 3M G643

El guante de protección 3M G643 está diseñado para ofrecer protección general. Se encuentra confeccionado en algodón interlock con cobertura completa en nitrilo liviano (palma, dedos y dorso de la mano).

Normas y Aprobaciones

Categoría II: Riesgo Intermedio Nivel 5 de destreza según norma EN 420:2003 + A1:2009

Figura 4-66. Guantes 3M G643



Fuente: Autor

Prensa excéntrica o troqueladora.

Es una máquina la cual para entrar en operación necesita una alimentación de 220 VAC, 16A, y una frecuencia de 60Hz.

Matriz

Las matrices son las herramientas que permiten que la materia prima sea transformada por medio de diversas acciones mecánicas. La matriz consta de uno o varios pasos dependiendo de las características propias de la pieza final que se necesita producir.

Principalmente es usada para cortar, doblar o marcar materiales blandos.

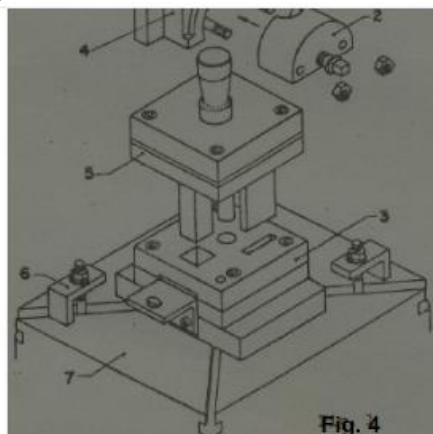
- Matriz de Corte
- Matriz de Sellado
- Molde de Termo formado
- Troqueles

Figura 4-67. Matriz de corte



Fuente: Autor

Figura 4-68. Partes de una matriz



NOMENCLATURA

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| 1- Alojamiento de espiga | 5- Conjunto superior |
| 2- Mandril | 6- Bidas |
| 3- Conjunto inferior | 7- Mesa |
| 4- Cabezal | |

Fuente: Autor

4.5.8 Procedimiento e instrucciones.

La práctica tiene como finalidad inducir a los estudiantes en el reconocimiento de las características de la prensa excéntrica o troqueladora. por lo que es necesario describir las funciones de las partes principales.

Tabla 4-22. Símbolos empleados para los controles principales





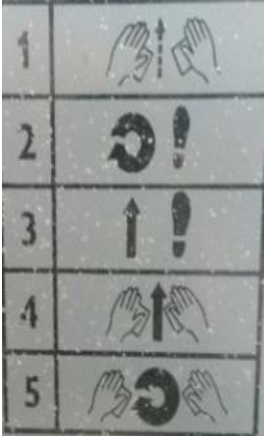








	Pulsador que enciende la máquina.
	Parada de emergencia.
	Perilla para seleccionar la velocidad de la excéntrica.
	Parada de emergencia Pulsadores de los lados presionar simultáneamente para desactivar el freno de la excéntrica.
	Esta imagen nos indica 5 posiciones para el funcionamiento de la máquina. <ul style="list-style-type: none"> • Desactivar el freno neumático • Por medio del pedal el trabajo será automático • Por medio del pedal el trabajo será golpe a golpe • Por medio de los pulsadores el trabajo será golpe a golpe. • Por medio de los pulsadores el trabajo será automático.
	Meza y lámpara de trabajo.
	Perilla para encendido de la máquina, funciona con una llave.

Tabla 4-22(continua). Símbolos empleados para los controles principales

	<p>Con esta perilla seleccionamos en qué modo queremos trabajar seleccionando cualquiera de las 5 opciones.</p>
	<p>Pedal para accionamiento de la excéntrica.</p>
	<p>Conexión de aire.</p>
	<p>Regulación de la excéntrica del punto cero para el inicio de la carrera.</p>
	<p>Mandril: ajuste para sujeción del vástago de la matriz de corte.</p>

Fuente: Autor

Tabla 4-23. Partes principales de la prensa excéntrica o troqueladora.

	
No	Denominación
1	Lámpara de trabajo.
2	Panel de control.
3	Mesa de trabajo
4	Parada de emergencia.
5	Mandril.

Fuente: Autor.

Tabla 4-24. Características de la prensa excéntrica.

Año de la producción	1990
Fuerza nominal	250KN
Número máximo de las carreras/min	70 155
Carreras individuales/min	60 45
Presión atmosférica de trabajo.	0.4 MPa
Carrera del pilón	8 85
Ajuste del pilón	55 mm
Peso	2500Kg

Fuente: Autor

Operación de la prensa excéntrica o troqueladora.

- Advertir de que nadie desactive el freno de la máquina.
- Montar correctamente la matriz de corte en la meza de trabajo.
- Sujetar correctamente el vástago. .
- Tomar una posición que favorezca el accionamiento del paro de emergencia.
- No colocar herramientas sobre la máquina cuando esté operando.
- Vigilar el desarrollo de los procesos de mecanizado mientras la máquina se encuentra en operación.
- Inmediatamente después de encender máquina no tocar ninguno de los botones del panel de control excepto se necesite cambiar la forma de mando de la máquina.
- Verificar que nadie se encuentre cerca de las piezas de la máquina y que no existan obstáculos alrededor antes de iniciar la operación.
- No acercarse ni tocar ninguna pieza en movimiento de la máquina durante la operación.
- El botón de parada de emergencia sólo podría utilizarse cuando es absolutamente necesario.

4.5.9 Conclusiones y recomendaciones

- Se determinaron las características y especificaciones técnicas de la prensa excéntrica o troqueladora..
- Se identificó con claridad sus partes principales.
- Se recomienda seguir las normas de seguridad establecidas.

Estructura del informe:

- Tema.
- Nómina de estudiantes.
- Objetivos de la práctica.
- Equipos y herramientas.
- Marco teórico.
- Procedimientos e instrucciones.
- Conclusiones y recomendaciones.

**MANUAL DE OPERACIONES BÁSICAS DE
LA PRENSA EXCÉNTRICA O
TROQUELADORA.**

FACULTAD DE MECÁNICA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



GUÍA PRÁCTICA No.2

4.6 *Guía Práctica No.2*

4.6.1 *Tema.*

- Operación y funcionamiento de la prensa excéntrica o troqueladora.

4.6.2 *Nómina de estudiantes*

Tabla 4-25. Nómina de estudiantes

Código	Cédula	Apellidos y Nombres

Fuente: Autor

4.6.3 *Objetivo General.*

- Establecer el modo de operación de la prensa excéntrica o troqueladora.

4.6.4 **Objetivos Específicos**

- Establecer la forma de sujeción de la matriz de corte.
- Realizar binchas de seguridad para ventanas mediante la matriz de corte.

4.6.5 *Equipos y herramientas.*

- Prensa excéntrica o troqueladora.
- Matriz de corte
- Llaves hexagonales.
- Láminas de tol espesor 0.5mm
- Bridas de seguridad.

4.6.6 *Marco teórico.*

Normas de seguridad.

Se cumplirán estrictamente las normas de seguridad indicadas en la guía práctica No.1 “Introducción, partes principales, especificaciones técnicas y seguridades de la prensa excéntrica o troqueladora, en lo correspondiente a las medidas de prevención generales, a las medidas de protección, al equipo de protección personal, y la operación de la máquina.

Prensa excéntrica o troqueladora.

Es una máquina la cual para entrar en operación necesita una alimentación de 220 VAC, 16A, y una frecuencia de 60Hz

El trabajo metálico de láminas es uno de los procesos de transformación de materiales más utilizados en la industria. Comprende operaciones de corte y formado que se realizan usualmente en frío sobre chapas delgadas de metal que provienen del proceso de laminado, cuyo espesor varía, por lo general, de 0,4 mm a 6 mm.

La función general que distingue a las prensas que efectúan las operaciones en láminas es el troquelado (o estampado) y las herramientas utilizadas son punzones y dados o matrices. Por lo tanto, las prensas que realizan estos trabajos se conocen con el nombre genérico de prensas troqueladoras.

Figura 4-69. Prensa de excéntrica.



Fuente: Autor

4.6.7 *Procedimiento e instrucciones.*

La práctica tiene como finalidad explicar el funcionamiento de la prensa excéntrica para ello realizaremos binchas de seguridad para ventanas por medio de la matriz de corte.

Sujeción de la matriz de corte en la meza de trabajo.

- El vástago que está unido en la parte superior de la matriz se introduce en el mandril y se realiza el ajuste respectivo hasta quedar totalmente asegurado.
- La parte inferior que queda libre se la sujeta con bridas a la mesa de trabajo, esta debe estar bien sujeta para no causar ningún daño a las guías de la matriz.

Figura 4-70. Colocación de la pieza a mecanizar

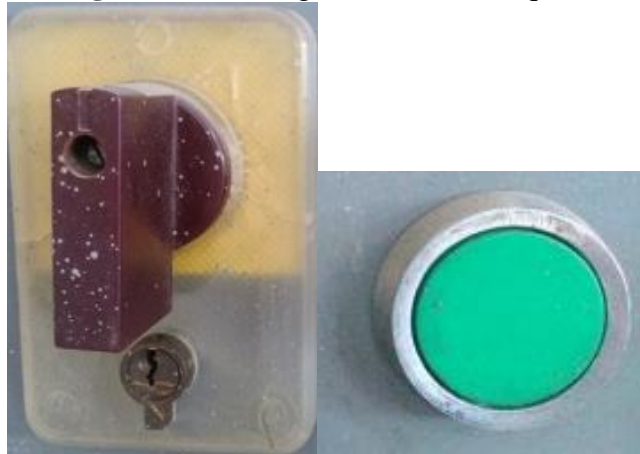


Fuente: Autor

Energizar la prensa excéntrica o troqueladora

- Introducir la llave en la parte inferior de la perilla de encendido y a esta hacerle girar hacia la derecha.
- Presionar el pulsador de encendido.

Figura 4-71. Energización de la máquina



Fuente: Autor

- Regular la excéntrica en el punto cero para que inicie la carrera, utilizar llaves hexagonales para el ajuste.

Figura 4-72. Regulación de la excéntrica



Fuente: Autor

Figura 4-73. Perilla de selección de velocidad



Fuente: Autor

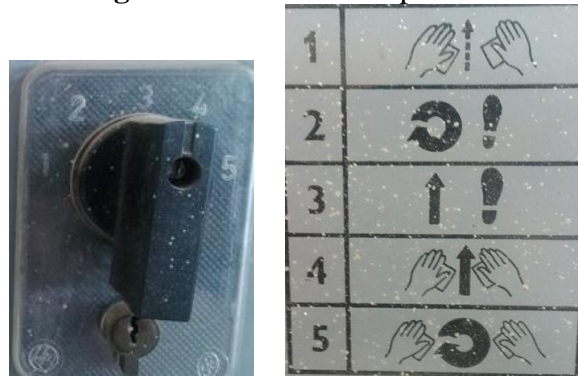
Figura 4-74. Conexión entrada de aire.



Fuente: Autor

Seleccionar la posición número 4 para que el trabajo de la prensa sea golpe a golpe

Figura 4-75. Modo de operación



Fuente: Autor

Presionar los pulsadores de los costados simultáneamente para desactivar el freno y empezar el prensado golpe a golpe

Figura 4-76. Funcionamiento de la máquina.



Fuente: Aut

Figura 4-77. Piezas obtenidas mediante matriz de corte



Fuente: Autor

4.6.8 *Conclusiones y recomendaciones*

- Se determinó el funcionamiento de la prensa excéntrica o troqueladora mediante la elaboración de bichas de seguridad para ventanas.
- Se recomienda no poner las manos en la mesa de trabajo mientras se desarrollan las operaciones de prensado.
- Se recomienda utilizar los equipos de protección personal.
- Se recomienda revisar las conexiones de la máquina antes de realizar cualquier trabajo.

Estructura del informe:

- Tema.
- Nómina de estudiantes.
- Objetivos de la práctica.
- Equipos y herramientas.
- Marco teórico.
- Procedimientos e instrucciones.
- Conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones.

- Se determinó que el taller no cuenta con un manual de operaciones y procedimientos seguros para la manipulación de las máquinas, de manera que el trabajo realizado es un aporte muy importante ya que con esto garantizamos el funcionamiento adecuado de las máquinas y evitamos accidentes con los operarios.
- Se logró identificar las operaciones que realiza cada una de las máquinas y los riesgos a los que se está expuesto. además desarrollar prácticas demostrativas con sus respectivos procedimientos.
- Se desarrolló guías de prácticas demostrativas con sus respectivos procedimientos de trabajo.
- Se determinó los parámetros iniciales que deben tener las máquinas previas a la mecanización de las piezas.

5.2 Recomendaciones

- Leer detenidamente todas las instrucciones establecidas en este documento antes de la manipulación de las maquinas.
- Verificar los parámetros iniciales como el cero pieza, sujeción de la matriz y electrodos estén realizados correctamente.
- Conocer y aplicar todas las normas de seguridad, conforme lo detallado en las guías prácticas para minimizar errores en las operaciones de mecanizado.
- Utilizar los equipos de protección personal para salvaguardar la salud de los operarios.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, R. *Metodología de la investigación: Operacionalización de Variables*. Medellín: McGraw-Hill, 2012, pp. 65-89.

BALSECA, Lissia & GALARZA, Iris. *Interfaces Hombres Maquina*. Paraguay : Astra Ediciones, 2014, pp. 57-117.

BUENAÑO, Edison. *DSpace ESPOCH*. [En línea] 16 de mayo del 2017. [Consultado: 24 de enero del 2018]. Disponible en : <http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/6423>.

YUNIOR, Andrés & CASTILLO, Santiago. *Mantenimiento Industrial*. [En línea] 2014. [Consultado: 14 de noviembre del 2017]. Disponible en : <http://www.monografias.com/trabajos101/el-mantenimiento-industrial.shtml>.

GRUPO CARMAN. *Tipos de software en cad-cam*. [En línea] 23 de octubre del 2014. [Consultado: 24 de enero del 2018]. Disponible en: <http://grupocarman.com/blog/tipos-de-software-cadcaecam/>.

CHAVEZ, Nidia. *Introducción a la investigación educativa*. Venezuela: Editorial Universal, 2007, pp. 39-89.

FERNANDEZ, J & GRANIZO, B. *Dspace.esepoch.edu.ec*. [En línea] 19 de abril del 2016. [Consultado: 14 de noviembre del 2017]. Disponible en: <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/6340/1/85T00414.pdf>.

ACOSTA, G & TUBON, W. *DSpace ESPOCH*. [En línea] 16 de marzo del 2017. [Consultado: 16 de 01 de 2018]. Disponible en: <http://dspace.esepoch.edu.ec/handle/123456789/6835>.

DE MAQUINAS Y HERRAMIENTAS. *Máquinas para electroerosión*. [En línea] 13 de Enero del 2014. [Consultado: 14 de noviembre del 2017]. Disponible en: <http://www.demaquinasyherramientas.com/maquinas-para-electroerosion#comments>.

HIDALGO. *Guía técnica para la elaboración de procedimientos*. Mexico: Universidad Autonoma de la Ciudad de México, 2016, pp. 34-74.

IRIBARREN & SANZOL, Lorenzo. *academica-e.unavarra.es*. [En línea] 2012. [Consultado: 14 de noviembre del 2017]. Disponible en: <http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/2049/577191.pdf?sequence=1>.

KRAR, Steve. & Check, Albert. *Tecnología de las Maquinas Herramientas*. Mexico: MARCOMBO S.A., 2002, pp. 98-128.

MAZAK. *Process machines 5 axis*. [En línea] 2018. [Consultado: 23 de enero del 2018]. Disponible en: <https://www.mazakusa.com/es/machines/process/5-axis/>.

MENTXAKA & LAMIKIZ, Aitzol. *Descripción de los sistemas CAD-CAM*. Bilbao : Universidad de Bilbao, 2011, pp. 23-53.

LABORATORIO DE PRODUCCION. *Fresado y Taladrado*. Colombia : Univeridad de Cali, 2007, pp. 15-27.

MASTIPOSDE. *Manuales* [En línea] 10 de octubre del 2015. [Consultado: 14 de noviembre del 2017]. Disponible en: <http://www.mastiposde.com/manuales.html>.

RENOVETEC. *Tipos de mantenimiento Industrial*. [En línea] 2016. [Consultado: 23 de enero del 2018]. Disponible en: <http://www.renovetec.com/590-mantenimiento-industrial/110-mantenimiento-industrial/305-tipos-de-mantenimiento>.

RODRIGUEZ, Felipe. *Lecturas de Ingenieria Electroerosion*. CAUTILLAN : SUPERIOR, 2012, pp. 13-15.

SIERRA, Diego. 2014. *blogspot.com*. [En línea] 01 de abril del 2014. [Consultado: 16 de noviembre del 2017]. Disponible en: <http://dsierraplacid.blogspot.com/>.

TAMAYO, M. & TAMAYO, J. *El proceso de la investigación científica*. Mexico : Limusa, 2004, pp. 111-141.

TECNOEDU. *Denford GM*. [En línea] 2015. [Consultado: 24 de enero del 2018]. Disponible en: <https://tecnoedu.com/Denford/GM.php>.

VAZQUEZ, Dayanara. *Interface hombre máquina*. [En línea] 26 de octubre del 2014. [Consultado: 24 de enero del 2018]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/drewdayanara/interface-hombre-maquina>.

CHINA CNC ZONE. *Fresadora router CNC 5 ejes*. [En línea] 2010. [Consultado: 18 de enero del 2018]. Disponible en: http://www.chinacnczone.com/es/hy-3040-china-mini-maquina-fresadora-router-cnc-5-ejes-casero_l334_p74.html.